إنتاج الخضر الثانوية وغير التقليدية

الجزء الثالث



سلسلة محاصيل الخضر: تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة

إنتاج الخضر الثانوية وغير التقليدية

الجزء الثالث

الأسبرجس - الذرة السكرية - الكاسافا - عيش الغراب

تأليف

أ. د. أحمد عبدالمنعم حسن

أستاذ الخضر

كلية الزراعة – جامعة القاهرة

الطبعة الأولى

٢٠٠٤

الدار العربية للنشر والتوزيع

حقوق النشر

سلسلة محاصيل الخضر: تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة

إنتاج الخضر الثانوية وغير التقليدية
الجزء الثالث

رقم الإيداع : ٢٠٠٤/١٥٩٤
I. S. B. N. : 977 - 258 - 174- 4

للدار العربية للنشر والتوزيع
٣٢ شارع عبـــاس العقاد - مدينة نصر
ت : ٢٧٥٣٣٣٥ فاكس : ٢٧٥٣٣٨٨

مقدمة الناشر

يتزايد الاهتمام باللغة العربية فى بلادنا يومًا بعد يوم. ولاشك أنه فى الغد القريب ستستعيد اللغة العربية هيبتها التى طالما امتهنت وأذلت من أبنائها وغير أبنائها. ولا ريب فى أن امتهان لغة أية أمة من الأمم هو إذلال ثقافى فكرى للأمة نفسها؛ الأمر الذى يتطلب تضافر جهود أبناء الأمة رجالاً ونساءً، طلابًا وطالبات، علماء ومثقفين، مفكرين وسياسيين فى سبيل جعل لغة العروبة تحتل مكانتها اللائقة التى اعترف المجتمع الدولى بها لغة عمل فى منظمة الأمم المتحدة ومؤسساتها فى أنحاء العالم، لأنها لغة أمة ذات حضارة عريقة استوعبت - فيما مضى - علوم الأمم الأخرى، وصهرتها فى بوتقتها اللغوية والفكرية، فكانت لغة العلوم والأدب، ولغة الفكر والكتابة والمخاطبة.

إن الفضل فى التقدم العلمى الذى تنعم به أوروبا اليوم يرجع فى واقعه إلى الصحوة العلمية فى الترجمة التى عاشتها فى القرون الوسطى. فقد كان المرجع الوحيد للعلوم الطبية والعلمية والاجتماعية هو الكتب المترجمة عن اللغة العربية لابن سينا وابن الهيثم والفارابى وابن خلدون وغيرهم من عمالقة العرب، ولم ينكر الأوروبيون ذلك، بل يسجل تاريخهم ما ترجموه عن حضارة الفراعنة والعرب والإغريق، وهذا يشهد بأن اللغة العربية كانت مطواعة للعلم والتدريس والتأليف، وأنها قادرة على التعبير عن متطلبات الحياة وما يستجد من علوم، وأن غيرها ليس بأدق منها، ولا أقدر على التعبير.

ولكن ما أصاب الأمة من مصائب وجمود بدأ مع عصر الاستعمار التركى، ثم البريطانى والفرنسى، عاق اللغة عن النمو والتطور، وأبعدها عن العلم والحضارة، ولكن عندما أحس العرب بأن حياتهم لابد من أن تتغير، وأن جمودهم لابد أن تدب فيه الحياة، اندفع الرواد من اللغويين والأدباء، والعلماء فى إنماء اللغة وتطويرها، حتى أن مدرسة قصر العينى فى القاهرة، والجامعة الأمريكية فى بيروت درستا الطب بالعربية أول إنشائها. ولو تصفحنا الكتب التى ألفت أو تُرجمت يوم كان الطب يدرس فيهما باللغة العربية لوجدناها كتبًا ممتازة لا تقل جودة عن أمثلتها من كتب الغرب فى ذلك الحين، سواء فى الطبع، أو حسن التعبير، أو براعة الإيضاح، ولكن هذين المعهدين تنكرا للغة العربية فيما بعد، وسادت لغة المستعمر. وفُرضت على أبناء الأمة فرضًا، إذ رأى المستعمر فى خنق اللغة العربية مجالاً لعرقلة الأمة العربية.

وبالرغم من المقاومة العنيفة التى قابلها، إلا أنه كان بين المواطنين صنائع سبقوا الأجنبى فيما يتطلع إليه، فتفننوا فى أساليب التملق له اكتسابًا لمرضاته، ورجال تأثروا بحملات المستعمر الظالمة، يشككون فى قدرة اللغة على استيعاب الحضارة الجديدة، وغاب عنهم ما قاله الحاكم الفرنسى لجيشه الزاحف إلى الجزائر: "علموا لغتنا وانشروها حتى نحكم الجزائر، فإذا حكمت لغتنا الجزائر، فقد حكمناها حقيقة".

فهل لى أن أوجه نداءً إلى جميع حكومات الدول العربية بأن تبادر – فى أسرع وقت ممكن – إلى اتخاذ التدابير، والوسائل الكفيلة باستعمال اللغة العربية لغة تدريس فى جميع مراحل التعليم العام، والمهنى، والجامعى، مع العناية الكافية باللغات الأجنبية فى مختلف مراحل التعليم لتكون وسيلة الإطلاع على تطور العلم والثقافة والانفتاح على العالم. وكلنا ثقة من إيمان العلماء والأساتذة بالتعريب، نظرًا لأن استعمال اللغة القومية فى التدريس ييسر على الطالب سرعة الفهم دون عائق لغوى، وبذلك تزداد حصيلته الدراسية، ويرتفع بمستواه العلمى، وذلك يعتبر تأصيلاً للفكر العلمى فى البلاد، وتمكينًا للغة القومية من الازدهار والقيام بدورها فى التعبير عن حاجات المجتمع، وألفاظ ومصطلحات الحضارة والعلوم.

ولا يغيب عن حكومتنا العربية أن حركة التعريب تسير متابطئة، أو تكاد تتوقف، بل تحارب أحيانًا ممن يشغلون بعض الوظائف القيادية فى سلك التعليم والجامعات، ممن ترك الإستعمار فى نفوسهم عقدًا وأمراضًا، رغم أنهم يعلمون أن جامعات إسرائيل قد ترجمت العلوم إلى اللغة العبرية، وعدد من يتخاطب بها فى العالم لا يزيد عن خمسة عشر مليون يهوديًا، كما أنه من خلال زياراتى لبعض الدول واطلاعى وجدت كل أمة من الأمم تدرس بلغتها القومية مختلف فروع العلوم والآدب والتقنية، كاليابان، وإسبانيا، وألمانيا، ودول أمريكا اللاتينية، ولم تشك أمة من هذه الأمم فى قدرة لغتها على تغطية العلوم الحديثة. فهل أمة العرب أقل شأنًا من غيرها ؟!.

وأخيرًا .. وتمشيًا مع أهداف الدار العربية للنشر والتوزيع، وتحقيقًا لأغراضها فى تدعيم الإنتاج العلمى، وتشجيع العلماء والباحثين فى إعادة مناهج التفكير العلمى وطرائقه إلى رحاب لغتنا الشريفة، تقوم الدار بنشر هذا الكتاب المتميز الذى يعتبر واحدًا من ضمن ما نشرته – وستقوم بنشره – الدار من الكتب العربية التى قام بتأليفها أو ترجمتها نخبة ممتازة من أساتذة الجامعات المصرية والعربية المختلفة.

وبهذا .. ننفذ عهدًا قطعناه على المضى قدما فيما أردناه من خدمة لغة الوحى، وفيما أرداه الله تعالى لنا من جهاد فيها.

وقد صدق الله العظيم حينما قال فى كتابه الكريم: ﴿ وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ وَسَتُرَدُّونَ إِلَى عَالِمِ الغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُم بِمَا كُنتُمْ تَعْمَلُونَ﴾.

محمد أحمد دربالة

الدار العربية للنشر والتوزيع

المقدمة

هذا الكتاب وهو الجزء الثالث من "إنتاج الخضر الثانوية وغير التقليدية" وهو كذلك الكتاب الخامس عشر والأخير من سلسلة "محاصيل الخضر: تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة"، التى أُنجزت بفضل الله وتوفيقه على هذه الصورة الموسوعية، التى أتمنى من الله أن تكون عونًا لكل مشتغل بالخضر، طالبًا كان، أم باحثًا، أم منتجًا، أم مُصَدِّرًا.

يتضمن هذا الكتاب سبعة عشر فصلاً تتناول بالتفصيل ستة محاصيل، هى: الأسبرجس (الفصول الأول إلى الخامس)، والذرة السكرية (الفصول السادس إلى العاشر)، والبيبى كورن والذرة الفيشار (الفصل الحادى عشر)، والكاسافا (الفصل الثانى عشر)، وعيش الغراب (الفصول الثالث عشر إلى السابع عشر).

وكعهدى مع القارئ .. تم تناول كل محصول من كافة الجوانب العلمية والتطبيقية، وتم توثيق كل ما جاء بالكتاب من حقائق بمئات المراجع التى تضمنتها قائمة المصادر.

وما توفيقى إلاّ بالله.

أ. د. أحمد عبد المنعم حسن



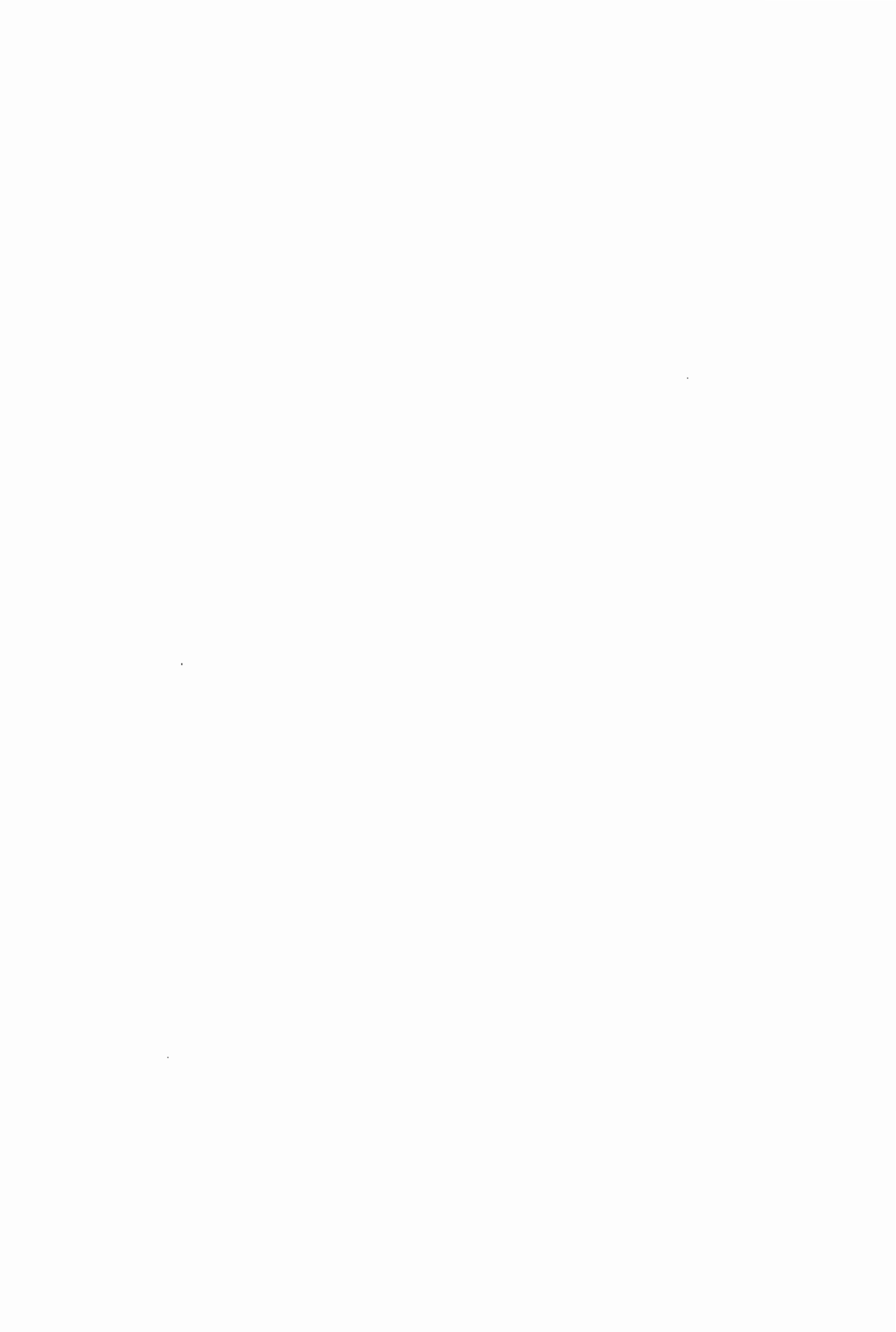
الإهداء

إلى زوجتى .. الدكتورة / فوزية محمد عيسى التى وقفت دومًا إلى جانبى، وشاركتنى وجدانيًّا، وتحملت معى عناء ظهور هذه السلسلة وكل من سبقها من كتب إلى حيز الوجود.

إلى أولادى .. سمر وعماد الدين وأحمد ويسرا الذين يبادلوننى أجمل المشاعر وأرقها، والذين اعتادوا - منذ نعومة أظفارهم - على رؤيتى - دومًا - فى جلستى المكتبية قارئًا كنت، أم كاتبًا.

وإلى مُهجتى وزهرة أسرتى .. أولى أحفادى .. الآنسة مىّ.

أ. د. أحمد عبد المنعم حسن



محتويات الكتاب

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الفصل الأول

تعريف بالأسبرجس وأهميته وأصنافه

الوضع التقسيمى للأسبرجس والأنواع القريبة منه

يتبع الأسبرجس Asparagus العائلة الزنبقية Liliaceae، وهى عائلة تضم أكثر من ١٧٥ جنسًا وحوالى ٢٠٠٠ نوع، معظمها من الأعشاب المعمرة التى يضمها محصول خضر واحد، هو الأسبرجس (أو الهليون) الذى ينتمى للجنس *Asparagus*، ويعرف بالاسم العلمى *Asparagus officinalis* L.

يضم الجنس *Asparagus* أكثر من ١٥٠ نوعًا نباتيًا تنمو منذ القدم فى آسيا، وأفريقيا، وأوروبا، ويستعمل بعضها كنباتات زينة. لا يحمل أى من هذه الأنواع أوراقًا خضراء، حيث تتحور إلى تراكيب حرشفية، بينما تتحور سيقانها إلى تراكيب ورقية تقوم بعملية البناء الضوئى.

ويعد *A. martimus* أقرب الأنواع البرية للنوع المنزرع من حيث المظهر العام (Ellison ١٩٨٦)، بينما ينتج النوع *A. cochinchinensis* درنات صالحة للأكل، وينتج النوع *A. racemosus* جذورًا تؤكل (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

الموطن وتاريخ الزراعة

لقد عُرف الأسبرجس منذ القدم فى أوروبا وآسيا، حيث زرع بهما منذ أكثر من ألفى عام، ووجد مرسومًا على آثار قدماء المصريين. وينمو الأسبرجس – بريًا – فى أجزاء من الاتحاد السوفيتى، وحوض البحر الأبيض المتوسط، والجزر البريطانية. ولمزيد من التفاصيل عن موطن وتاريخ زراعة الأسبرجس .. يراجع Hedrick (١٩١٩).

الاستعمالات والقيمة الغذائية والأهمية الطبية

يزرع الأسبرجس لأجل سيقانه الصغيرة الغضة قبل أن تتفرع، وهى التى تعرف باسم

"المهاميز" spears. تكون هذه المهاميز إما بيضاء اللون بحجب الضوء عنها قبل الحصاد وبعده، وإما خضراء عندما تتعرض للضوء أثناء نموها (شكل ١-١، يوجد في آخر الكتاب).

يحتوى كل ١٠٠ جم من الأسبرجس على المكونات الغذائية التالية: ٩١,٧ جم رطوبة، و ٢٦ سعرًا حراريًا، و ٢,٥ جم بروتينًا، و ٠,٢ جم دهونًا، و ٥ جم مواد كربوهيدراتية، و ٠,٧ جم ألیافًا، و ٠,٦ جم رمادًا، و ٢٢ مجم كالسيوم، و ٦٢ مجم فوسفورًا، و ١ مجم حديدًا، و ٢ مجم صوديوم، و ٢٧٨ مجم بوتاسيوم، و ٢٠ مجم مغنيسيوم، و ١٥ مجم نحاس، و ٠,٦ مجم منجنيز، و ٠,٣٧ مجم زنك، و ٩٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و ٠,١٨ مجم ثيامين، و ٠.٢ مجم ريبوفلافين، و ١,٥ مجم نياسين، و ٣٣ مجم حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣، و Moreno-Rojas وآخرون ١٩٩٢).

هذا .. وينخفض محتوى معظم العناصر المغذية في مهماز الأسبرجس بالاتجاه من قمة المهماز نحو قاعدته.

كذلك يعتبر الأسبرجس من أغنى الخضر في حامض الفوليك، ويكفي ١٠٠ جم منه لإمداد الإنسان بنحو ٦٠٪ من حاجته اليومية من الحامض.

وعلى الرغم من أن القيمة "الرسمية" لمحتوى الأسبرجس الأخضر من حامض الأسكوربيك تبلغ ٢٣ ملليجرامًا/١٠٠ جم، فإن تقديرات أخرى عديدة تزيد كثيرًا عن ذلك، حيث تتراوح بين ٤٠، و ١٠٠ مجم/١٠٠ جم. أما الأسبرجس الأبيض .. فإن محتواه من حامض الأسكوربيك يتراوح بين ١٠، و ٤٠ مجم/١٠٠ جم (عن Lipton ١٩٩٠).

يتضح مما تقدم أن الأسبرجس من الخضر الغنية بالنياسين والريبوفلافين وحامض الأسكوربيك، كما يحتوى على كميات متوسطة من الفوسفور، والحديد، وفيتامين أ.

يقل محتوى الأسبرجس الأبيض عن الأسبرجس الأخضر في كل من المركبات الفينولية المرة، والعناصر المعدنية، وحامض الأسكوربيك، والبروتين، ويزيد عنه في محتوى السكريات البسيطة، ويتساويان في محتوى الألياف.

ويستعمل الأسبرجس الأبيض والأخضر في صناعات التعليب، والتجميد، والتجفيف.

وفى صناعة التعليب – يفضل الأسبرجس الأبيض على الأخضر، كما تفضل المهاميز الكاملة على المجزأة، وخاصة المهاميز الكاملة المقشرة. وعلى الرغم من زيادة كميات الأسبرجس المعلب عن المجمد فإن الأخير هو الأكثر جودة.

وقد استعملت بذور الأسبرجس كبديل للقهوة.

هذا .. ويحتوى الأسبرجس على مركب الريوتين rutin، وهو يفيد فى منع نزف الدم، كما أنه مدر للبول.

كما يحتوى مهاميز الأسبرجس – كذلك – على مركب الـ aspargine aminosuccinic acid monoamide الذى يتسبب – عند تناول الأسبرجس – فى رائحة الـ methyl mercaptan التى تظهر فى البول (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

المحصول والأهمية الاقتصادية

يقدر متوسط محصول الأسبرجس – على مستوى العالم – بنحو ثلاثة أطنان للهكتار (١,٣ طن للفدان).

وقد قدرت المساحة الكلية المزروعة بالأسبرجس على مستوى العالم فى عام ١٩٩٦ بنحو ٢٠٨٥٠٠ هكتار، أنتجت حوالى ٦٠٠٠٠٠ طن، وكانت الصين أكثر الدول زراعة للأسبرجس (٥٠ ألف هكتار)، وتلتها الولايات المتحدة (٣٨ ألف هكتار)، ثم بيرو (١٧٨٠٠ هكتار). وكان معظم إنتاج الأسبرجس الأبيض فى أوروبا، وجنوب أفريقيا، والصين. هذا .. وتستهلك أوروبا كل إنتاج القارة من الأسبرجس الأبيض، كما تستورد كميات كبيرة منه لاستكمال احتياجاتها منه، كما أن استهلاك القارة من الأسبرجس الأخضر فى ازدياد مستمر كذلك. وتعد الولايات المتحدة أكبر منتج للأسبرجس الأخضر على مستوى العالم (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

الوصف النباتى

الأسبرجس نبات عشبى معمر، ويمكن أن تستمر المزارع المعتنى بها فى إنتاج

محصول اقتصادى لمدة ١٥–٢٠ سنة، ولكن يفضل تجديد مزارع الأسبرجس كل ١٠–١٥ سنة؛ نظرًا لأنها تبدأ بعد ذلك فى إنتاج مهاميز رفيعة ملتوية. وتكون المزارع فى أفضل سنوات إنتاجها عادة، وهى بعمر ٥–١٠ سنوات (Ware & MaCollum ١٩٨٠).

الجذور

يتكون الجزء تحت الأرضى لنبات الأسبرجس من ريزوم (وهو ساق)، وجذور لحمية وأخرى ليفية. هذا .. بينما يكون الجذر الأولى لنبات الأسبرجس قصيرًا ولا يعمر طويلاً.

الجذور اللحمية

تنتشر الجذور اللحمية فى الظروف المناسبة للنمو إلى عمق ٩٠ سم أو أكثر فى موسم النمو الأول. ويزداد عدد الجذور سنويًا، وتنتشر جانبيًا لمسافة ١٢٠–١٨٠ سم. وتتعمق لمسافة ١٣٥ سم، ويصل بعضها إلى ثلاثة أمتار طولاً (وذلك نظرًا لأنها تستمر فى النمو إلى أجل بعيد، وإذا قطعت وقف نموها)، وهى غير متفرعة. يتراوح قطر الجذور اللحمية بين ملليمترين وستة ملليمترات، وتوجد عليها بعض الشعيرات الجذرية؛ ولذا .. فهى تجمع بين وظيفتى تخزين الغذاء والامتصاص، إلاّ أن قدرتها على الامتصاص محدودة. وهى تنمو من الريزوم فى جميع الاتجاهات (Weaver & Bruner ١٩٢٧).

تنشأ الجذور اللحمية الجديدة سنويًا خلف البراعم القمية للريزوم مباشرة، وتستمر فى النمو لعدة سنوات ومع تقدم النبات فى العمر تتكون كتلة من الجذور اللحمية، مما يستلزم أن تكون نشأة بعض الجذور الجديدة من على قمة الجذور القديمة، وتعد تلك الظاهرة هى المسئولة عن اتجاه التيجان إلى الاقتراب من سطح التربة كلما تقدمت المزرعة فى العمر.

هذا .. ويتواجد حوالى ٨٤٪ من الوزن الإجمالى للجذور اللحمية لنبات الأسبرجس فى الثلاثين سنتيمترًا العلوية من التربة، وحوالى ٩٤٪ فى التسعين سنتيمترًا العلوية، ولكن تتعمق بعض الجذور حتى مترين أو ثلاثة.

يتكون الجذر اللحمى من جزء مركزى يحتوى على النسيج الوعائى يحاط بنسيج القشرة الذى تكون وظيفته الرئيسية تخزين الغذاء. وتحاط القشرة بنسيج البشرة، وهى سميكة وغير منفذة للماء.

يكون معظم الغذاء المخزن فى الجذور اللحمية والتيجان على صورة سكريات غير مختزلة، بينما يقل كثيرًا محتواها من النشا. وقد وجد Shelton & Lacy (١٩٨٠) أن الغذاء المخزن فى الجذور اللحمية والريزومات يكون على صورة مركبات عديدة التسكر، تختلف كثيرًا فى حجمها، وفى نسبة ما تحتويه من فراكتوز. وكانت النسبة حوالى ١٠٪ جلوكوز، و ٩٠٪ فراكتوز فى أكبر هذه المركبات.

ويعتمد النبات فى إنتاجه للمحصول التجارى من المهاميز على الغذاء الذى سبق تخزينه – خلال موسم النمو السابق – فى الجذور الشحمية (Jones & Roza ١٩٢٨).

الجزور الليفية

تنشأ الجذور الليفية من الطبقة المحيطة (البيريسيكل) بالجذور اللحمية قبل تغلظ جدرها وسوبرة بشرتها، أى أنها تنشأ دائمًا فى الأجزاء الحديثة منها، ونادرًا ما تنشأ من أجزائها المسنة. وقد تكون الجذور الليفية متفرعة أو غير متفرعة، ويصل قطرها حتى ٢ مم، ويمكنها أن تتعمق فى التربة حتى ٨٠ سم.

تقوم الجذور الليفية بوظيفة الامتصاص فقط، وهى تدخل فى مرحلة الشيخوخة بعد عام واحد من تكوينها (فى نهاية موسم النمو النباتى النشط)، ثم تموت؛ لتنمو جذورًا جديدة فى الربيع التالى.

يقع حوالى ٦٠–٩٠٪ من الجذور الليفية فى مزارع الأسبرجس الحديثة فى الثلاثين سنتيمترًا العلوية من التربة، ويتغير هذا الوضع بعد عدة أعوام، حيث تزداد نسبة الجذور الليفية أسفل هذا العمق، بينما تقل نسبتها فى الطبقة السطحية؛ وربما يرجع ذلك إلى أن الأجزاء السطحية من الجذور المتشحمة – التى تنشأ منها الجذور الليفية – تصبح مسوبرة، بالإضافة إلى الأضرار التى تُحدثها عمليات الحراثة والعزيق بتلك الطبقة (عن Drost ١٩٩٧).

السوق الأرضية (الريزوم)

يحمل نبات الأسبرجس نوعين من السيقان: أرضية وهوائية. أما السوق الأرضية .. فهي عبارة عن ريزومات تكون متفرعة ومتخشبة نوعًا ما. توجد الريزومات تحت سطح التربة، ويطلق عليها اسم "قرص"، أو "تاج" Crown. تنمو الجذور اللحمية من الجانب السفلي للريزمات، وتنمو البراعم التي توجد عليها معطية سوقًا هوائية.

تنمو الريزومات دائمًا في اتجاه أفقي، وقد يموت بعضها سنويًا، وينمو غيرها في مستوى أعلى قليلاً منها. أما السيقان الهوائية .. فإنها تموت في شتاء كل عام، وتتجدد سنويًا في الربيع.

يتكون الريزوم أساسًا من أنسجة وعائية ولا يختزن به سوى القليل من المواد الكربوهيدراتية، وهو يعمل كممر لانتقال الغذاء بين الجذور الحمية – التي يخزن فيها – والنموات الهوائية الجديدة، وكذلك بين النموات الهوائية المكتملة – التي يصنع فيها – والجذور اللحمية.

وخلال فترة النمو القمي (الهوائي) تتكون البراعم في عناقيد بالقرب من القمم النامية للريزوم، كما تتكون الجذور – كذلك – في تلك المناطق الميرستيمية من الريزوم. ويبدأ نمو المهماز حينما تبدأ هذه البراعم في النمو والاستطالة، ويكون نمو واستطالة كل برعم منها مصاحبًا بتكوين عديد من الجذور الخازنة. يعتبر البرعم الأولى – وهو الذي يوجد في مركز العنقود – أكبرها حجمًا، بينما تقل أحجام البراعم – تدريجيًا – بالاتجاه نحو أطراف العنقود. وتوجد ظاهرة السيادة القمية في البرعم الأولى الذي يمنع نمو البراعم الأخرى في العنقود. كذلك تُظهر البراعم التالية قدرًا من السيادة على البراعم الأصغر منها .. وهكذا.

تنمو تفرعات السوق الأرضية جانبيًا وإلى أعلى، ويزداد النمو الرأسي إلى أعلى كلما كانت زراعة النبات أكثر عمقًا. ويكون نمو تفرعات الريزوم بمعدل ٢,٥–٥ سم سنويًا، ولكن يزيد النمو السنوى للريزومات في النباتات الصغيرة عما في نباتات المزارع القديمة. ومع زيادة الريزومات في الاستطالة والتفرع فإن انتشارها يمكن أن يصل عند عمر ١٥ سنة إلى ٦٠ سم، أو أكثر من ذلك. وبعد انتهاء موسم الحصاد – وخلال

الصيف والخريف – تتكون معظم البراعم التى تعطى عند نموها فى الربيع التالى المحصول الجيد من المهاميز.

بعد عدة سنوات من النمو .. يصبح الريزوم مقصصًا، ويتكون كل فص منه من مناطق ميرستيمية تكوّن عناقيد البراعم مع السيقان التى تنشأ منها والجذور المتصلة بها.

ومع تقدم الريزوم فى العمر تظهر على قمته آثار البراعم التى اضمحلت أو استهلكت فى تكوين النموات الهوائية، وكذلك البراعم التى ظلت ساكنة، وهى يمكن أن تنشط فى النمو إذا تعرضت النباتات لدرجة عالية من الشد البيئى، أو إذا ما طالت فترة الحصاد عما ينبغى (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

السوق الهوائية والأوراق

تحصل البراعم الجديدة النامية على غذائها من مخزون الغذاء الذى يوجد فى الريزومات والجذور اللحمية، وتنمو لأعلى على صورة سوق لحمية أسطوانية الشكل، يطلق عليها اسم "مهاميز" وهى التى يزرع لأجلها المحصول (شكل ١-٢). وإذا تركت المهاميز لتنمو .. فإنها تستطيل كثيرًا، وتتفرع، وتكون المجموع الخضرى للنبات الذى يصل ارتفاعه إلى ١-٢,١م، وتصبح متخشبة ومتليفة، وتلك هى السوق الهوائية. تتفرع السوق الهوائية إلى أفرع رفيعة خضراء تشبه الأوراق، يطلق عليها اسم Cladophylls وهى التى تقوم بعملية البناء الضوئى. تخرج تفرعات السوق الهوائية من آباط أوراق حرشفية صغيرة خالية من الكلوروفيل.

المهاميز

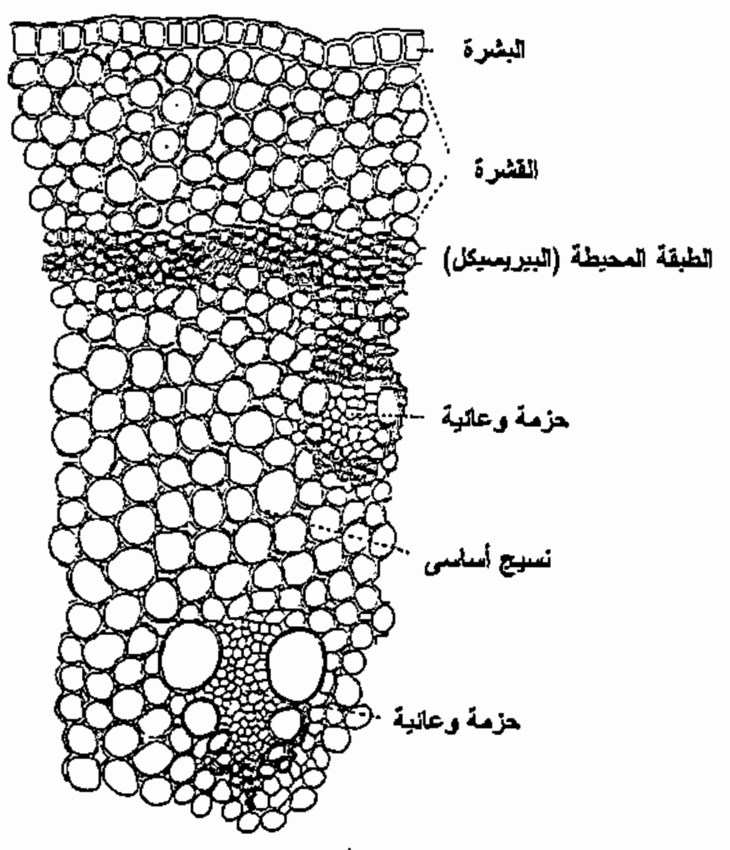
يتكون المهماز من قمة نامية ميرستيمية مع عديد من البراعم الجانبية القريبة والسلاميات المتزاحمة المغطاة بقنابات برعمية مندمجة تعطى جميعها – معًا – قمة المهماز. ومع استمرار نمو المهماز تبدأ الفروع الجانبية فى الاستطالة من براعم توجد تحت قنابات البراعم على امتداد المهماز، وهى الظاهرة التى تعرف باسم التربيش feathering.

يظهر فى القطاع العرضى للمهماز (شكل ١-٣) ما يلى: البشرة، والقشرة، وألياف

الطبقة المحيطية (البيريسيكل) ونسيج برانشيمى أساسى، وحزم وعائية. ويكون الجدار الخارجى لخلايا البشرة سميكًا نسبيًا ويترسب عليه الكيوتين. وخلايا القشرة كبيرة الحجم ورقيقة الجدر، وتكثر بينها المسافات البينية، وتحتوى على الكلوروفيل. أما البيريسكيل فإنه يتكون من عدة طبقات من الخلايا الليفية المتراصة الطويلة السميكة الجدر والتى لا تفصلها مسافات بينية. يترسب اللجنين فى جدر تلك الخلايا التى تصبح أكثر تميزًا مع تقدمها فى العمر مما يزيد النسيج صلابة، كما يزداد عدد ألياف اللحاء ويزداد سمك جدرها، ويزاد سمك الجدار الخارجى لطبقة البشرة ويزداد ترسب الكيوتين عليها. ونظرًا لأن قاعدة المهماز تكون هى الأكبر عمرًا؛ لذا .. فإنها تكون الأشد صلابة بسبب ازدياد ترسب اللجنين فى جدر خلايا البيريسيكل بها. أما فى قمة المهماز فإن ألياف البيريسيكل تكون رقيقة الجدر ولا يترسب فيها اللجنين.



شكل (١-٢): مهاميز الأسبرجس لدى بزوغها من التربة.



شكل (١-٣): قطاع عرضى بالقرب من قاعدة مـــهماز الأســـبرجس (عـــن Jones & Roza ١٩٢٨).

الأوراق

أوراق الأسبرجس صغيرة حرشفية، مثلثــة الشـكل، خاليـة مـن الكلوروفيـل، تغطـى البراعم الجانبية، وتخرج من آباطها أفرع السوق الهوائية.

السوق الهوائية (الخضرية)

عند انتهاء موسم الحصاد يسمح للمهاميز المتكونة بالاستمرار فى النمو لتعطى سيقانًا هوائية تعرف باسم "السرخس" fern.

تنشأ تفرعات ساق الأسبرجس من البراعم التى توجد فى آباط الأوراق الحرشفية على

امتداد المهماز، وتلك هى الفروع الأولية primary branches، وهى التى تتكون منها فروع المستوى الثانى secondary branches، وأحيانًا .. فروع المستوى الثالث tertiary كذلك. وتحمل فروع المستوى الثانى باقات (أساور) whorls من السيقان المتحورة إلى أوراق cladophylls، تكون إبرية (أسطوانية) الشكل، وتقوم بالجانب الأكبر من عملية البناء الضوئى التى تتم فى النبات. تظهر تلك السيقان الإبرية الخضراء فى مجاميع تتكون كل منها من ٢-٢٠ cladophyl أو أكثر عند العقد على امتداد فروع المستوى الثانى، وهى تنشأ فى آباط سوار الأوراق الحقيقية الحرشفية عند العقد. تعد هذه الـ cladophylls فروعًا متحورة، ولها بشرة مغطاة بطبقة من الكيوتين، وثغورها غائرة، وخلاياها الحارسة صغيرة (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

الجنس والأزهار والتلقيح

الجنس

توجد نباتات مذكرة وأخرى مؤنثة من الأسبرجس؛ أى أنه نبات وحيد الجنس ثنائى المسكن dioecious، إلاّ أن بعض هجن الأسبرجس تتكون من نباتات مذكرة فقط. وعادة .. تعطى النباتات المذكرة فى غالبية الأصناف محصولاً أعلى من النباتات المؤنثة؛ لأنها تنتج عددًا أكبر من المهاميز عن تلك التى تنتجها النباتات المؤنثة وإن كانت أصغر منها حجمًا. كما تعيش النباتات المذكرة لفترة أطول وتكون أقوى نموًا، وأكثر تحملاً للإصابات المرضية. ولذا .. يفضل المزارعون أصناف الأسبرجس التى تتكون من نباتات مذكرة فقط.

الأزهار

تحمل أزهار الأسبرجس فى آباط الأوراق الحرشفية بالنموات الجديدة، وتتفتح قبل اكتمال تكوين تلك النموات. تبدأ النباتات المذكرة فى الإزهار – بعد الزراعة – مبكرًا عن النباتات المؤنثة بمدة ٣٠-٦٠ يومًا. أى أن النباتات المؤنثة تكون أكثر تقدمًا فى النمو عند الإزهار؛ بما يسمح بإنضاجها للبذور التى تستنفذ قدرًا كبيرًا من طاقة النبات.

تحمل الأزهار – سواء أكانت مذكرة، أم مؤنثة – فى آباط الفروع الثانوية، وتكون – عادة – فى أزواج، وتبدأ فى التكوين فى نفس وقت تكوين السوق الهوائية الخضراء، ولكنها تكمل نموها وتُنضج بذورها قبل اكتمال تكوين النموات الهوائية. وتنضج البذور – عادة – بعد نحو ٩٠ يومًا من تفتح الزهرة.

تحتوى الزهرة المذكرة على ست أسدية كاملة، ومبيض أثرى، وتحتوى الزهرة المؤنثة على متاع كامل، وطلع أثرى. تكون الأزهار متشابهة فى بداية تكوينها، ثم تتميز إلى مذكرة أو مؤنثة حسب جنس النبات (شكل ١–٤).

التلقيح

يحدث التلقيح فى الأسبرجس بواسطة الحشرات، وخاصة النحل، علمًا بأن أزهار الأسبرجس تفرز قدرًا كبيرًا من الرحيق.

الثمار والبذور

الثمرة عنبة صغيرة، خضراء اللون تصبح حمراء عند النضج، تحتوى على ثلاثة مساكن، بكل منها بذرتان. البذور سوداء اللون ملساء مستديرة إلى مثلثة الشكل؛ فتبدو قاعدة البذرة مستديرة، بينما تبدو البذرة مبططة من ثلاث جوانب عند النظر إليها من أعلى؛ مما يعطيها مظهرًا مثلثًا.

يشكل الإندوسيرم معظم كتلة البذرة المكتملة التكوين، بينما ينغمس الجنين – وهو أسطواني الشكل – فى الإندوسبرم. ويتكون معظم الجنين من الفلقة التى تعمل كعضو ماص للغذاء من الإندوسيرم أثناء الإنبات.

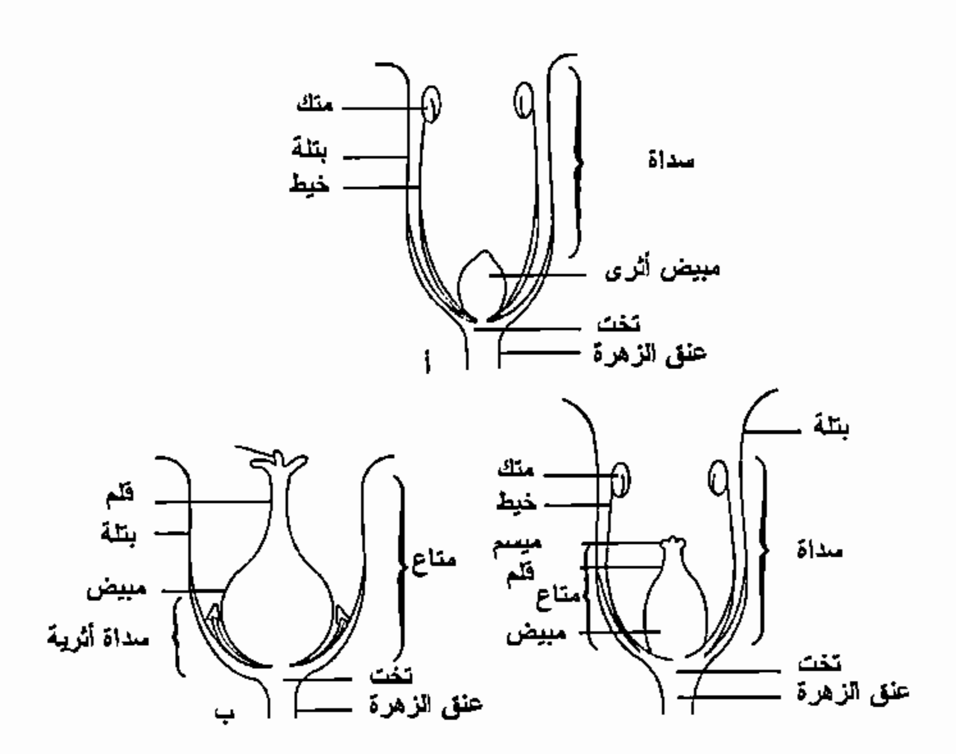
الأصناف

المجموعات الصنفية

أولًا: الأصناف المفتوحة التلقيح

يعتبر مارى واشنطون Mary Washington، ومارثا واشنطون Martha Washington أشهر وأقدم صنفين من أصناف الأسبرجس؛ حيث أنتجا عام ١٩١٣، وكلاهما مقاومًا

للصدأ. وقد استنبطت منهما أصناف أخرى مهمة، منها: مارى واشنطون ٥٠٠ دبليو Mary Washington 500 W، ويوسى ٧٢ UC 72، و UC 66، و UC309، و UC 711، وسنيكا واشنطون Seneca Washington، ووالثام واشنطون Waltham Washington، و Viking KB3 (شكل ١-٥، يوجد فى آخر الكتاب) (Ware MaCollum ١٩٨٠، و Takatori وآخرون ١٩٧٧).



شكل (١-٤): أزهار الأسبرجس: (أ) زهرة مذكرة، و (ب) زهرة مؤنثة، و (جـ) زهرة خنثى. تتميز الأزهار المذكرة بوجود مبيض أثرى وأن المتوك فيها صفراء، وتتميز الأزهار المؤنثة بوجود طلع أثرى وأن المتوك فيها بيضاء اللون ولا تنتج حبوب لقاح، بينما تكون الأزهار الخنثى كاملة الخصوبة ويمكن أن تتلقح ذاتيًا. لا يزيد عدد الأزهار الخنثى الخصبة – عادة – عن زهرة واحدة إلى عشرة أزهار فى كل نبات andromonoecious .. أى فى كل نبات يحمل أزهار مذكرة وأخرى خنثى (عن Ellison ١٩٨٦).

وعلى الرغم من أن تلك الأصناف كانت عند إنتاجها مقاومة للصدأ، إلاّ أنـــها فقدت تلك الخاصية على مر السنين، ولم يعد يوصى بزراعتها، خاصة وأنها أقل محصولاً مــن الأصناف الهجين.

ولعل أهم الأصناف المفتوحة التلقيح التى تنتشر فى الزراعة حاليًا الصنفان ÚC 500 W، وجرسى كوين Jersey Queen.

كذلك أنتج فى كاليفورنيا صنفًا مفتوح التلقيح قرمزى اللون يعرف باسم فيولا Viola، أو بيريل باشان Purple Passion. يتميز هذا الصنف وهــو طـازج بلـون قرمـزى جميـل، وبأنه أكثر حلاوة عن الأسبرجس الأخضـر، ولكنـه يفقـد لونـه القرمـزى ويصبـح أخضـر اللون بعد طهيه.

ثانيًا: الأصناف التركيبية Synthetic Varieties

تتكون الأصناف التركيبية من مخلوط من النباتــات المذكـرة والمؤنثـة، ومنـها الصنـف Synthetic 4-56 الذى يحتوى على ٦٠–٧٠٪ نباتات مذكرة، و ٣٠–٤٠٪ مؤنثة.

ثالثًا: الهجن المذكرة (هجن نيو جرسى)

قام H. Ellison، و S. Garrison (جامعة رتجرز بولاية نيوجرسى الأمريكية) بإنتـاج عديد من هجن الأسبرجس المذكرة. كانت البداية عندما لاحظ Ellison أن نباتًا مــن كـل حوالى ٥٠٠ نبات أسبرجس مذكر ينتـج – إلى جـانب الأزهـار المذكـرة – بعـض الأزهـار الكاملة الخصبة؛ بما يسمح بتلقيحها ذاتيًا والحصول على نباتات فائقة الذكـورة super males. وقد استخدمت تلك النباتات (YY) فى تلقيح نباتات مؤنثة (XX) لأجل إنتــاج الهجن التى تكون جميع نباتاتها مذكرة عادية (ذات تركيب وراثى XY).

تنتج بذور الهجين المذكرة – كما أسلفنا – نباتــات مذكـرة فقـط. وإلى جـانب ارتفـاع محصول تلك الهجن عن غيرها من الهجن الوحيدة الجنس الثنائية المســكن، والأصنـاف المفتوحة التلقيح، فإنها تعد أكثر تحملاً للإصابة بالذبول الفيوزارى والصدأ، وأكثر قـدرة على البقاء، كما أنها لا تنتج بذورًا؛ وبذا .. فإن مزارعها لا تعانى من مشاكل النمو غير

المرغوب فيه لنباتات الأسبرجس التى تنتج – فى مزارع الأصناف الأخرى – من سقوط بعض البذور على الأرض.

وجدير بالذكر أن إنتاج النباتات المذكرة يزيد بمقدار ٢٠-٢٥٪ على إنتاج النباتات المؤنثة، وأن محصول الهجن المذكرة يزيد بمقدار ضعفين إلى ثلاثة أضعاف محصول الصنف القياسى المفتوح التلقيح مارى واشنطون. وعلى الرغم من أن تكلفة بذور الهجن المذكرة تبلغ حوالى ٤٠-٥٠ ضعف تكلفة بذور الأصناف المفتوحة التلقيح، إلاّ أن الزيادة فى محصول العام الأول فقط من إنتاج الهجن يمكن أن تغطى الزيادة فى تكلفة البذور. هذا .. ويعتمد إنتاج بذور الهجن المذكرة على الإكثار الخضرى للآباء بواسطة مزارع الأنسجة.

ومن بين الهجن المذكرة الهامة، ما يلى (Bussell وآخرون ١٩٩٦):

Jersey Jewel	Jorsey Giant
Jersey Knight	Jersey Gem
Jersey General	Greenwich
Jersey Titan	Jersey Prince
	Jersey King

وقد أعطى الهجن المذكر G24 x G305 محصولاً يزيد عن محصول الهجين المذكر القياسى Jersey Giant بمقدار ٤٠٪ بسبب زيادة عدد المهاميز المنتجة/نبات (Wolyon ١٩٩٦).

رابعًا: هجن كاليفورنيا

إن جميع هجن كاليفورنيا من الأسبرجس وحيدة الجنس وحيدة المسكن dioecious (تتكون عشائرها من نباتات مذكرة وأخرى مؤنثة). ومن أهم مميزات تلك الهجن أنها تسمح بإنتاج مهاميز طويلة (٢٠-٢٢ سم) فى الجو الدافئ دون أن تتفتح قمة المهاميز، ودون أن تتليف؛ حيث تبقى غضة حتى فى الحرارة العالية نسبيًا؛ هذا بينما تتفتح قمم مهاميز هجن نيوجرسى المذكرة ومهاميز الأصناف المفتوحة التلقيح قبل

أن يزيد طولها عن ١٢-١٥ سم عند ارتفاع الحرارة عن ٢١°م. وعلى الرغم من ذلك .. فإن هجن نيوجيرسى المذكرة تعطى محصولاً أعلى عن هجن كاليفورنيا حتى فى الجو الدافئ.

وقد ربيت هجن كاليفورنيا للزراعة فى المناطق ذات المناخ الدافئ القارى حيث تجود فيها، ولكنها لا تتحمل البقاء لفترة طويلة فى المناطق الباردة، حيث تبدأ فى التدهور فى العام الثالث أو الرابع من عمر المزرعة بسبب الأضرار التى تُحدثها الحرارة المنخفضة بالتيجان.

يعتبر الصنف يوسى ١٥٧ UC 157 أول ما أنتج من هجن كاليفورنيا، وقد انتُخبتْ آباؤه من نباتات نتجت من مزارع الأنسجة. يتميز هذا الصنف بالتبكير فى الإنتاج وارتفاع محصوله عن الأصناف التجارية المعروفة، وتنمو فيه المهاميز على دفعات، بكل منها ٣-٥ مهاميز من كل نبات (Sims وآخرون ١٩٧٦).

ومن بين أهم هجن كاليفورنيا الجديدة الأصناف: أطلس Atlas، و أبوللو Apollo (وهو هجين ثلاثى)، وجراندى Grande.

يتميز الصنفان أبوللو وأطلس بأن أطراف مهاميزهما تبقى غير متفتحة فى الحرارة العالية فى الوقت الذى يتفوقان فيه فى المحصول على يوسى ١٥٧. ويدخل ضمن نَسَب هذان الهجينان نباتات نيوجرسى فائقة الذكورة كآباء، ويوسى ١٥٧ كأمهات؛ ولذا .. فإنهما يجمعان بين صفتي تحمل الحرارة من يوسى ١٥٧، والإنتاجية العالية من نباتات نيوجرسى، كما أن لديهما القدرة الأكبر على البقاء فى الجو البارد عن هجن كاليفورنيا الأخرى.

أصناف أخرى

من أصناف الأسبرجس الهامة الأخرى، ما يلى:

Larac (هجن مزدوج؛ شكل ١-٦، يوجد فى آخر الكتاب)

Steline (سلالة خضرية هجن)

Cito (هجن)

Accell (هجن)

Early Argentefuil (مفتوح التلقيح)

Late Argentefuil (مفتوح التلقيح)

Franklin

Andreas (هجين ١٠٠٪ أنثوى)

Anito (هجين)

Desto (هجين)

Showr (هجين)

Lucullus (هجين ألمانى)

Greenwich

Del Monte

المقاومة للصدأ

من أكثر أصناف الأسبرجس مقاومة للصدأ، ما يلى:

Jersey Knight	Jorsey Giant
Atlas	Apollo
UC 157	Grande

وبالمقارنة .. يعتبر الصنفان Gloria، و Taramea من أكثر الأصناف قابلية للإصابة.

وتحت الظروف المصرية .. قام Ragab وآخرون (١٩٩٦) بتقييم خمسة أصناف من الأسبرجس، هى: Jersey Giant، و Brocks Imperial، و UC 157، و Gynlim، و Mary Washington من حيث المحصول وصفات الجودة والمقاومة للصدأ، وكان أفضلها الصنفين: Jersey Giant، و Brocks Imperial اللذان أنتجا أعلى محصول بأفضل نوعية، وأظهرا أقل نسبة إصابة تحت ظروف الإصابة الطبيعية.

ولمزيد من التفاصيل عن أصناف الأسبرجس .. يراجع Wehner (١٩٩٩، و ٢٠٠٠).

الفصل الثانى

زراعة الأسبرجس وخدمته

التربة المناسبة

يناسب إنتاج تيجان الأسبرجس (أى مشاتل التيجان) الأراضى الصفراء الخفيفة الساميـة التى تسمح بنمو الجذور واستطالتها، مع قدرة التربة على الاحتفاظ بقدر مناسب من الرطوبة. كذلك فإن من مزايا إنتاج التيجان فى هذه النوعية من الأراضى سهولة تقليعها بعد سنة من النمو بأقل قدر من الأضرار، بعكس الحال فى التيجان التى تنتج فى الأراضى الثقيلة والتى تفقد نسبة كبيرة من جذورها اللحمية أثناء التقليع. ونظرًا لأن تلك الجذور هى التى تحتوى على مخزون الغذاء، فإن فقدها يؤخر النمو النباتى بعد زراعة التيجان فى الحقل الدائم.

وعلى الرغم من أن محصول الأسبرجس ينتج فى كل أنواع الأراضى تقريبًا، إلا أنه تفضل زراعته فى الأراضى العميقة الخفيفة، مثل: الرملية، والطميية الرملية، والطميية السلتية.

تفيد الأراضى الرملية والطميية فى إنتاج محصول مبكر من الأسبرجس؛ لأنها تدفأ بسرعة فى الربيع، كما تكون المهاميز المنتجة فيها مستقيمة وغير مخدوشة، بينما تكون المهاميز المنتجة فى الأراضى الثقيلة أقل عددًا وملتوية.

ويتطلب إنتاج الأسبرجس الأبيض أن تكون التربة خفيفة جدًّا أو مفككة وجيدة التحبب حتى يسهل إجراء عملية الحصاد، فى الوقت الذى تكوم فيه التربة فوق التيجان والمهاميز النامية لمنع نفاذ الضوء تمامًا.

وقد أدى استعمال غطاء من تربة رملية طميية فوق التيجان إلى إنتاج محصول من المهاميز أعلى جوهريًّا وأفضل نوعية عما كان عليه الحال عندما استعمل غطاء من تربة

سلتية طميية ، وكان مرد الزيادة في المحصول عند استعمال الغطاء الأول هو الزيادة فى عدد المهاميز المنتجة (Liao وآخرون ١٩٩٩).

وتفيد المادة العضوية كثيرًا فى تحسين خصائص التربة ، وتعتبر نسبة ١٪ مادة عضوية مثالية عند استخدام المبيدات فى مكافحة الأعشاب الضارة؛ حيث تمنع المادة العضوية فقد المبيدات بالرشح وتمنع تعقمها فى التربة إلى مستوى التيجان ذاتها، إلاّ أن زيادة نسبة المادة العضوية كثيرًا عن ذلك يمكن أن يجعل المبيدات السابقة للإنبات بغير ذى فائدة، بتثبيتها فى المادة العضوية.

ولا يوصى بزراعة الأسبرجس فى الأراضى الحصوية ، وتلك التى تحتوى على أحجار، أو التى يتكون بها قشور سطحية لأنها تتسبب فى تجريح المهاميز وتشوهها.

ومن المهم كثيرًا عدم وجود طبقات صماء تحت سطح التربة للسماح برشح الماء الزائد، وقد يتطلب الأمر تقطيع تلك الطبقات بواسطة محاريث تحت التربة قبل إنشاء مزرعة الأسبرجس.

ويؤدى سوء الصرف وارتفاع منسوب الماء الأرضى إلى الإضرار بالريزومات والجذور الخازنة ، وتكون النباتات أكثر تعرضًا للإصابة بفطر الفيتوفثورا *Phytophthora* spp.

ويعد الأسبرجس من محاصيل الخضر التى تتحمل قلوية التربة ، ولكن تفضل زراعته فى مدى pH يتراوح بين ٦,٥، و ٧,٥.

ورغم حساسية بذور الأسبرجس لملوحة التربة عند إنباتها .. إلا أن النبات نفسه يعد من أكثر محاصيل الخضر تحملاً للملوحة ، ولكن الملوحة الزائدة تضعف نمو النباتات ، وتخفض المحصول، وتقلل عمر المزرعة.

تجب عدم زراعة الأسبرجس فى مكان مزرعة سابقة للمحصول، وخاصة إذا كانت المزرعة السابقة قد أصيبت بفطر الفيوزاريم، كما أن نبات الأسبرجس يفرز مركبات تعد مثبطة للنباتات الأخرى (أى إنه allelopathic) ولإنبات بذور الأسبرجس ذاته ، لكن تلك المركبات لا تبقى طويلاً فى التربة ، كما يمكن التخلص منها بالغسيل. وقد ذكر –

كذلك - أن تلك المركبات تعد سامة للنبات ذاته (autotoxic)، وأنها ربما تهيئ النبات للإصابة بالفيوزاريم (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

وإذا لم يكن بالإمكان تعقيم التربة بعد زراعات الأسبرجس المنتهية، يتعين الانتظار لمدة لا تقل عن أربع سنوات قبل أن يمكن إنشاء مزرعة أسبرجس جديدة فى نفس الموقع.

وإلى جانب الفطر المسبب للذبول: *Fusurium axysporum* f. sp. *asparagi* والمتخصص على الأسبرجس فقط، فإن المحصول يُصاب أيضًا بالفطر *Fusarium moniliforme* المسبب لعفن الجذور، والذى يصيب - كذلك - محصول الذرة. ولذا .. يجب أن يراعى عند اختيار حقل زراعة الأسبرجس عدم سبق زراعته بالذرة أيضًا لمدة ثلاث سنوات على الأقل.

تأثير العوامل الجوية

ينمو الأسبرجس وتنجح زراعته فى ظروف بيئية متباينة من الجو الاستوائى كما فى تايوان إلى الجو الصحراوى كما فى بعض أجزاء كاليفورنيا والجو الشديد البرودة كما فى هولندا والدانمرك.

يتراوح المجال الحرارى المناسب لإنبات بذور الأسبرجس بين ١٦ و ٣٠°م، بينما تبلغ درجة الحرارة المثلى ٢٤°م، والدنيا ١٠°م، والقصوى ٣٥°م (Lorenz & Maynard ١٩٨٠). ويستغرق إنبات البذور من ٢-٦ أسابيع حسب درجة الحرارة، حيث تزيد المدة فى الجو البارد.

تجود زراعة الأسبرجس فى المناطق التى يسودها جو معتدل مائل إلى البرودة، وتتحمل التيجان الصقيع الشديد، بينما تموت الأجزاء الهوائية للنبات - سنويًا - خلال فصل الشتاء. (وإن لم يكن فصل الشتاء باردًا - بالقدر الذى يلزم لدخول النبات فى طور سكون - فإنه يجب منع الرى حتى يتوقف النبات عن النمو؛ لأن ذلك ضرورى لكى يبدأ النبات فى إنتاج المهاميز عندما يعاود نموه من جديد.

تتراوح الحرارة المثلى للنمو النباتى وتخزين الغـذاء بـين ١٥–٢٠°م ليـلاً، و ٢٥–٣٠° نهارًا.

وقد كان إنتاج نباتات الأسبرجس من المادة الجافة أعلى ما يمكن فـى حـرارة ٢٥°م، وأدى وجود فرق قدره ١٠ درجات مئويــة بـين حرارتـى الليـل والنـهار إلى زيـادة النمـو عندما كان متوسـط درجة الحرارة اليومى ١٥ أو ٢٠°م، ولكن ليـس ٢٥°م، وذلـك مقارنـة بدرجة حرارة ثابتة (Hughes وآخرون ١٩٩٠).

وتتراوح الحرارة المثلى لنمو تيجان الأسبرجس بين ١٨، و ٢٩°م، بينما يتوقف نموها فى حرارة تقل عن ٧°م، أو تزيد عن ٣٥°م.

تبدأ المهاميز فى النمو عندما ترتفع حرارة التربة عن ١٠°م، ولكنها يمكن أن تتوقـف عن النمو فى أى مرحلة من تكوينها إذا مـا انخفضـت الحـرارة – فوق أو تحـت سـطح التربة – عن ١٠°م.

تكون نوعية المهاميز المنتجة أفضل ما يمكن عندمـا تـتراوح الحـرارة – خـلال الأيـام الخمسة السابقة لظهورها – بين ١٣ و ١٨°م ليلاً، و ١٨ و ٢٧°م نـهارًا، وتؤدى الحـرارة المنخفضة عن ذلك إلى بطء نمو المهاميز واكتسابها لونًا بنفسجيًا غير مرغوب. كما تـؤدى الحرارة العالية إلى سرعة تفرع المهاميز؛ مما يفقدها قيمتـها التسـويقية. فبينمـا لا تتفـرع المهاميز فى حرارة ١٥°م إلا بعد أن تصبح بطول ٧٥–١٠٠ سم .. نجـد أنـها تتفـرع فـى حرارة ٣٧°م، وهى بطول ٥–٨ سم.

ويكون نمو الأسبرجس جيدًا حينما لا يقل موسم النمو الخضرى عن أربعة شهور بعد انتهاء موسم حصاد المهاميز. وبينما تحدد حرارة التربة فى الربيع بداية موسـم الحصـاد (حيث لا تبدأ المـهاميز فـى النمـو قبـل ارتفـاع الحـرارة عـن ١٠°م)، فـإن نهايـة النمـو الخضرى تتحدد بوقت انخفاض الحرارة خلال فصل الخريف.

وتُعَمِّرُ مزراع الأسبرجس لفترة أطول فى المناطق الباردة التى تمر فيها النباتـات بفـترة سكون يتوقف خلالها النمو خلال فصل الشتاء، عما فى المناطق الدافئة، وذلـك بفـرض

تماثل عمليات الرعاية البستانية التى تعطاها تلك المزارع؛ هذا .. إلا أن موسم الحصاد يكون – عادة – أقصر فى المناطق الباردة – التى يكون موسم النمو النباتى فيها قصيرًا – عما فى المناطق الدافئة.

نجد فى المناطق ذات الشتاء المعتدل البرودة وفى المناطق الاستوائية أن الأجزاء الهوائية للنبات لا تتوقف عن النمو. وتحت هذه الظروف يكون من الصعب وقف النمو وخفض التنفس، ولا يتراكم الغذاء المجهز فى الجذور اللحمية لإمداد المهاميز الجديدة به. ويتم التغلب على مشكلة انعدام السكون فى تلك الحالات باتباع طريقة فى الإنتاج تعرف باسم mother-stalk، وفيها يُسمح لنحو ٤–٥ سيقان هوائية stalks بالنمو وتكوين فروع خضرية، بينما تحصد باقى النموات كمهاميز. وعند وصول النموات الهوائية إلى مرحلة الشيخوخة يسمح لمجموعة أخرى بالنمو لتحل محلها. وبتلك الطريقة يمكن استمرار حصاد المهاميز لفترة طويلة، مع زيادة المحصول، ولكن مع توقع حدوث زيادة فى تكلفة العمالة، ونقص فى عمر المزرعة (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

ولا تفضل زراعة الأسبرجس فى المناطق التى تسودها رياح قوية لأنها قد تؤدى إلى تكسر النموات الخضرية، والتواء المهاميز، علمًا بأن الالتواء يكون فى عكس اتجاه الرياح لأنها تحدث أضرارًا بخلايا جانب المهماز المواجه للرياح؛ فلا يحدث النمو وانقسام الخلايا فى هذا الجانب بنفس الكفاءة التنى يحدثان بها فى الجانب الآخر غير المواجه للمهماز. كذلك قد تحدث أضرار الرياح من جراء إثارتها للرمال التى تضرب المهاميز وتؤدى إلى تجريحها.

وتؤثر الأمطار على إنتاج الأسبرجس من عدة وجوه؛ فهى قد تعيق عملية الحصاد فى الأوقات الحرجة لذلك، وقد تجعل عملية منع الرى – بهدف إدخال النباتات فى حالة سكون – بغير ذى فائدة، فضلاً عن أنها تناسب كثيرًا الإصابة بعديد من الأمراض الفطرية. كذلك فإن الأمطار التى تسقط خلال موسم الحصاد قد تزيد من مشكلة تكون القشور على سطح التربة، وتؤدى إلى تلوث المهاميز بالتربة التى تتناثر مع حبات المطر؛ مما يستدعى إعطاء عناية أكبر لعملية غسيل المهاميز.

ومن أهم الفطريات التى تزداد الإصابة بها عند كثرة الأمطار، ما يلى:

١ – الفطر *Phytophthora megasperma* الذى تزاد الإصابة به عند ازدياد الرطوبة، ويمكن أن يؤدى إلى نقص إنتاج المهاميز بنسبة ٥٠٪.

٢ – الفطر *Puccinia asparagi* مسبب مرض الصدأ.

٣ – الفطران *Phoma asparagi*، و *Cercospora asparagi*، وكلاهما يصيب النموات الخضرية.

اختيار موقع الزراعة

يتعين عند اختيار الموقع المناسب لزراعة الأسبرجس مراعاة ما يلى:

١ – أن تكون التربة خفيفة وجيدة الصرف وعميقة كما أسلفنا.

٢ – أن تكون التربة مستوية إلاّ إذا كان من المتوقع إجراء الرى بالرش أو بالتنقيط.

٣ – خلو الموقع من الحشائش المعمرة أو التخلص منها بصورة تامة قبل الزراعة.

٤ – القرب من محطة التبريد والتعبئة.

٥ – تعديل pH التربة إلى ما بين ٦، و ٧,٥ لأكبر عمق ممكن.

٦ – توفر المياه العذبة قريبًا من الموقع، بما يعادل ١٢٠٪ من النتح التبخرى فى المنطقة.

طرق التكاثر والزراعة

يمكن تكاثر الأسبرجس بأى من الطرق التالية:

١ – الزراعة المباشرة بالبذور فى الحقل الدائم.

٢ – الزراعة بالشتلات البذرية.

٣ – الزراعة بالتيجان التى سبق إنتاجها فى مشاتل خاصة، وهى أكثر طرق الزراعة شيوعًا.

٤ – الزراعة بتقسيم تيجان المزارع القديمة، وهى طريقة غير شائعة ولا يوصى

بها نظرًا لضعف المحصول الذى ينتج منها ولقصر عمر المزارع التى تنشأ بتلك الطريقة.

٥ – الزراعة بالشتلات المنتجة فى مزارع الأنسجة، وتلك هى أحدث طرق تكاثر الأسبرجس.

البذور، ومعاملاتها، والظروف المناسبة لإنباتها

يحتوى كل كيلو جرام من البذور على حوالى ٤٢٠٠٠–٥٥٠٠٠ بذرة حسب الصنف وعمر المزرعة التى أنتجت البذور، وكلما زاد حجم البذور كلما كانت أقوى نموًا عند الإنبات.

معاملات البذور السابقة للزراعة

تجرى معاملات البذور السابقة للزراعة بهدف تحسين نسبة إنبات البذور وسرعته، وتطهيرها من مسببات الأمراض التى قد تلوثها سطحيًا أو تصيبها، أو قد توجد بالقرب منها فى مهاد الزراعة.

أولاً : معاملات تحسين الإنبات وسرعته:

يستغرق إنبات بذور الأسبرجس من ٢–٦ أسابيع حسب درجة الحرارة والرطوبة الأرضية؛ فتزداد سرعة الإنبات مع ارتفاع الحرارة من ٢٠ إلى ٣٠°م. ويفيد نقع البذور فى الماء فى تحسين نسبة الإنبات وسرعته حتى ولو كانت الزراعة فى تربة باردة، ويجرى ذلك بوضع كمية البذور التى يمكن زراعتها فى يوم واحد (بعد يومين من بداية معاملة النقع) فى الماء مع غمرها حتى عمق يصل إلى ضعف سمك طبقة البذور ذاتها، وإمرار تيار من فقاقيع الهواء المضغوط فى الماء وتركها على ٣٠°م لمدة ٢٤ ساعة، ثم يجدد ماء النقع وتترك البذور لمدة ٢٤ ساعة أخرى، ثم يصفى الماء، وتنشر البذور فى الظل إلى أن تجف، ويلى ذلك معاملة البذور بالمطهرات قبل زراعتها.

وكانت أفضل المعاملات لتحسين إنبات بذور الأسبرجس (صنف UC 157) هى بنقعها لمدة أسبوع واحد فى محلول بوليثيلين جليكول ٨٠٠ بتركيز –٠,٦ ميجا باسكال

على ٢٠°م، ثم لمدة ثلاثة أيام فى الماء على نفس الدرجة. أسرعت تلك المعاملة إنبات البذور بمقدار ٥,٣ أيام، ولكنها لم تؤد إلى زيادة الإنبات أو جعله أكثر تجانسًا. وقد أدت زراعة تلك البذور (المستنبتة) بطريقة السوائل fluid-drilling إلى زيادة الإسراع فى ظهور البادرات (Evans & Pill ١٩٨٩).

ثانيًا: معاملات تطهير البذور:

تجرى معاملات تطهير البذور – أساسًا – بهدف التخلص من فطر الفيوزاريم.

تجرى المعاملة بنقع البذور قبل زراعتها فى محلول الكلوراكس التجارى (الذى يحتوى على ٥,٢٥٪ هيبوكلوريت صوديوم sodium hypochlorite) بتركيز ١٠٪ لمدة ١٠–١٥ دقيقة. تؤدى هذه المعاملة إلى التخلص من نحو ٩٩,٩٪ من الفطريات التى قد توجد على سطح البذور.

وتوجد طريقة أخرى لتطهير البذور تجرى بنقعها فى البينوميل (مثل البنليت) مع الأسيتون، (٢٥ جم من البينوميل/لتر من الأسيتون) مع الرج المستمر.

وفى كلتا المعاملتين يجب غسيل البذور بالماء وتجفيفها قبل الزراعة.

الظروف المناسبة لإنبات البذور

إن أنسب الظروف لإنبات البذور هى رطوبة أرضية قريبة من السعة الحقلية وحرارة ٢٥ ± ٥°م.

التكاثر بالتيجان

تنتج تيجان الأسبرجس فى مشاتل حقلية خاصة، ثم تزرع (تشتل) فى الحقل الدائم.

ومن أهم مزايا استخدام التيجان فى الزراعة ضمان عدم غياب بعض الجور، والسماح بمكافحة الحشائش بصورة جيدة، مع سرعة النمو النباتى، والبدء فى حصاد المزرعة مبكرًا عما فى طرق الزراعة الأخرى.

مشاتل التيجان وخدمتها

تعد الأراضـــى الخفيفة هـى الأنســب لإنتـاج التيجـــان حيـث يــكون مـن السـهل تقليعها.

تزرع البذور فى مشاتل إنتاج التيجان – فى مصر – فى شهرى فبراير ومارس.

يحتوى الجرام الواحد من بذور الأسبرجس على حوالى ٤٢ بذرة، ويكفى عادة حـوالى ٤٥٠ جم من البذور لإنتاج ١١٠٠٠–١٥٠٠٠ تاجًا تكفى لزراعة فدان.

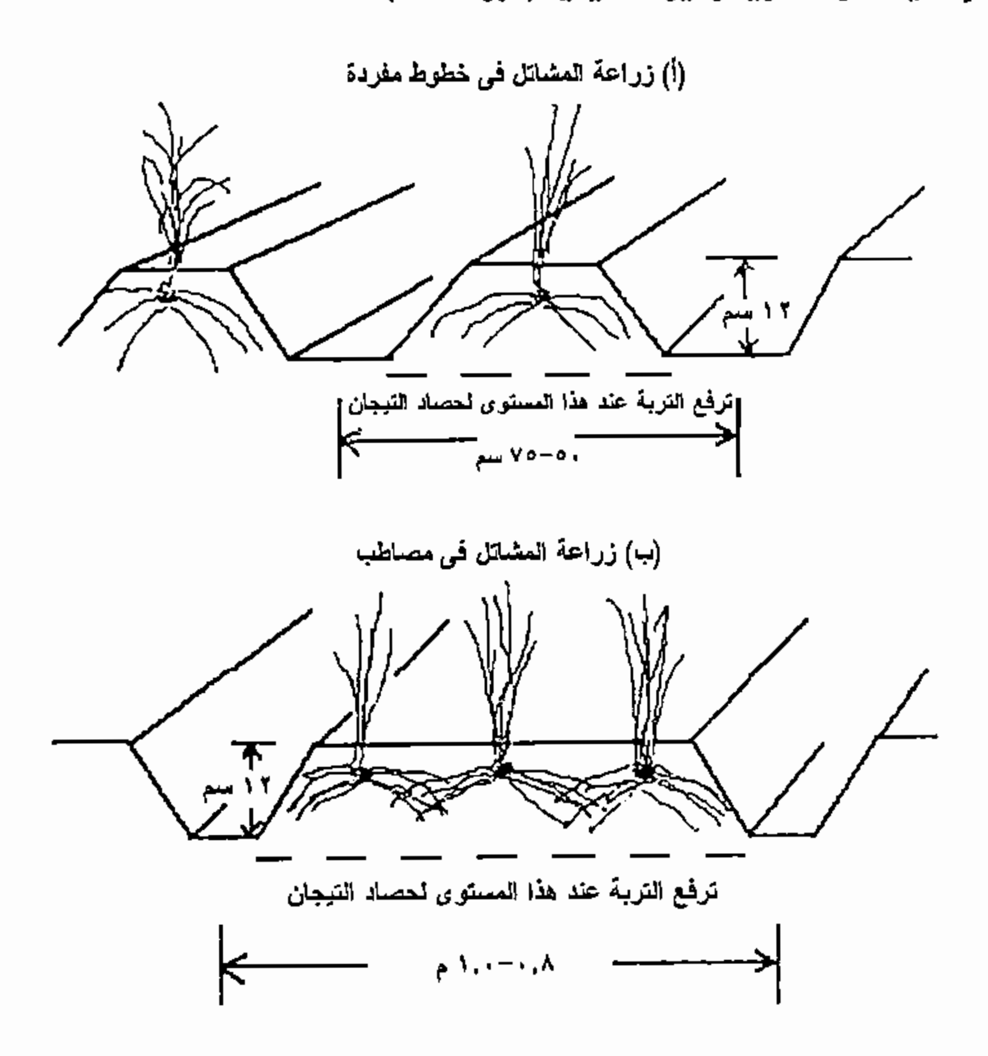
وتزرع مشاتل الأسبرجس بمعدل حـوالى ٣,٥–٤,٥ كجـم مـن البـذور لكـل فـدان مـن المشتل.

تزرع البذور على الميـل الجنوبـى أو الشـرقى – حسـب اتجـاه التخطيـط – لخطـوط بعرض ٦٠ سم، وعلى مسافة ٦–٨ سم من بعضها البعض، وعلى عمق ٣–٤ سـم؛ علمًا بأن المسافات الأقل تعطى تيجانًا صغـيرة الحجـم غـير مناسـبة للزراعـة، وأن المسـافات الأكبر بغير ذى فائدة.

يمكن – كذلك – إنتاج التيجان على مصاطب مع زراعة ثلاث خطـوط مـن النباتـات بكل مصطبة، شريطة أن تكون التربة خفيفة وأن يكون الرى بطريقـة الـرش (شـكل ٢–١).

ونظرًا لصعوبة خف نباتات الأسبرجس دون الإضرار بتيجان النباتات المتبقية؛ لذا .. يجب أن يراعى منذ البداية زراعة البذور كل على حدة على المســافات المطلوبـة. كذلـك فإن ساق النبات الذى يُراد خفه واستبعاده قد تكسر بسهولة تاركـه التـاج تحـت سـطح التربة. حيث يكون نموات جديدة فى خلال أيام معدودة.

يعد توفير الرطوبة الأرضية بصورة دائمة ضروريًا لنمو الريزومات بشـكل جيـد؛ إذ لا يمكن للجذور اللحمية الاستطالة فى التربة الجافة، ولكن يراعى ألاّ تكـون التربـة زائـدة الرطوبة، وضرورة تقليل الرى إلى حده الأدنى مع بداية الخريـف لوقـف تكويـن نمـوات خضرية جديدة يمكن أن تستنفذ جانبًا من الغذاء المخزن فى الريزومات (عـن Jones & Roza ١٩٢٨).



شكل (٢-١): مشاتل إنتاج تيجان الأسبرجس: (أ) الزراعة على خطوط، و (ب) الزراعة على مصاطب.

ويمكن مكافحة الحشائش بأمان فى مشاتل تيجان الأسبرجس باستعمال اللوروكس Lorox (اللينورون linuron) والأميبين Amiben (كلورامبين chloramben) خلال مرحلة نمو البادرات. وتعد أفضل وسيلة لمكافحة الحشائش هى رش كل مسطح المشتل قبل إنبات بذور الأسبرجس مباشرة بأحد المبيدات التى تؤدى عملها بالملامسة مثل الروند أب (جلايوفوسيت) أو الجراماكسون (باراكوات) لقتل الحشائش المتواجدة، ثم المعاملة

باللوروكس فى وجود بادرات الأسبرجس بشرط عدم وجود أى شد رطوبى وإلاّ أضيرت بادرات الأسبرجس كذلك. ويفيد تحريك اللوروكس فى التربة بإجراء رية بالرش بعد ٣-٤ أيام من المعاملة بالمبيد؛ مما يزيد من فاعليته كمبيد سابق لإنبات بذور الحشائش.

ومن أهم الحشرات التى تصيب مشاتل الأسبرجس: التربس، ومنّ الأسبرجس، واليرقات الآكلة للنموات الخضرية.

تؤدى الإصابة بالتربس إلى تقزم البادرات، ويمكن مكافحته بسهولة بالمبيدات الفوسفورية العضوية.

ويمكن مكافحة المنّ باستعمال الداى سيستون Disyston (disulfoton) أو باللورسبان Lorsban (chlorpyrifos).

يُرغب – أحيانًا – فى انتخاب النباتات المؤنثة أثناء نمو النباتات فى المشتل؛ لأنها تنتج مهاميز أكبر حجمًا. ويجرى الانتخاب على أساس الجنس بعد إزهار النباتات، وهو ما يحدث – غالبًا – خلال العام الأول للزراعة فى المشتل فى المناطق التى يكون موسم النمو فيها طويلاً. أما فى المناطق التى يكون موسم النمو فيها قصيرًا .. فإن الإزهار لا يحدث خلال السنة الأولى من النمو النباتى، ولا يجب فى هذه الحالة تأخير الشتل لأجل إجراء عملية الانتخاب على أساس الجنس؛ لأن بقاء النباتات فى المشتل لمدة عامين يعد أمرًا غير اقتصادى، كما أن جذورها تصبح متشابكة ويصعب تقليعها .. فضلاً عن أن أفضل الشتلات للزراعة هى التى يكون عمرها سنة واحدة (Thompson & Kelly ١٩٥٧).

بعد بداية تكوين الجذور اللحمية، فإن النموات الخضرية يمكن أن تكسر وتنفصل بسهولة عند محاولة جذب النبات. وإذا حدث ذلك وظل الريزوم فى التربة فإن نموات خضرية جديدة تظهر فى غضون أيام قليلة.

يعطى فدان المشتل الجيد ما ين ٨٠٠٠٠، و ١٠٠٠٠٠ تاجًا صالحة للاستعمال، تكفى لزراعة حوالى ٥-١٠ أفدنه (عن Takatori وآخرين ١٩٧٧).

إعداد الحقل الدائم لزراعة التيجان

يتعين عند تحضير حقل الأسبرجس للزراعة مراعاة ما يلى:

١ – الحرث العميق تحت التربة لتقطيع الطبقات الصماء.

٢ – الحراثة السطحية الجيدة.

٣ – التخلص من جميع الحشائش المعمرة قبل الزراعة، حيث يكون من الصعب كثيرًا التخلص منها بعد ذلك، خاصة وأن محصول الأسبرجس يعمر فى الأرض لمدة قد تزيد عن ١٥ عامًا ويتطلب التخلص من تلك الحشائش استعمال مبيدات الحشائش مع الرى والعزيق حتى يتم القضاء عليها.

٤ – تفيد إضافة السماد العضوى قبل الزراعة فى زيادة قدرة الأراضى الرملية على الاحتفاظ بالرطوبة، وفى تحسين قوام التربة والصرف فى الأراضى الثقيلة. ويفضل استعمال سماد الكتكوت فقط نظرًا لأنه يكون خاليًا من بذور الحشائش ومسببات الأمراض والنيماتودا. يضاف سماد الكتكوت بمعدل ٣–٥ أطنان للفدان.

٥ – إقامة الخطوط فى اتجاه الرياح السائدة بمنطقة الزراعة.

٦ – جعل الخطوط أو المصاطب مرتفعة حتى تكون الزراعة بالعمق المناسب.

٧ – إضافة سماد السوبر فوسفات بوفرة فى قاع خطوط الزراعة، ويوصى – عادة – بإضافة ٢٨٠–٤٠٠ كجم P للهكتار (حوالى ٢٧٠–٣٨٥ كجم P_2O_5 للفدان أو حوالى ١٦٠٠–٢٣٠٠ كجم من سوبر فوسفات الكالسيوم العادى للفدان !). يراعى إضافة تلك الكمية قريبًا من جذور النباتات، علمًا بأن الفوسفور لا يتحرك فى التربة من مواقع إضافته، وأن على الجذور أن تخترق طبقات التربة التى يضاف إليها الفوسفور لكى تحصل عليه. تكفى تلك الكمية حاجة نباتات الأسبرجس من العنصر طيلة عمر المزرعة. وتجدر الإشارة إلى أن الأسمدة الفوسفاتية التى تضاف بعد الزراعة لا تستفيد منها النباتات كثيرًا بسبب عدم تحركها فى التربة، ويستثنى من ذلك الأسمدة التى تضاف مع مياه الرى بالتنقيط، وهى التى تنتشر فى المنطقة المبتلة بعد الرى.

٨ – رى الحقل قبل الزراعة إلى السعة الحقلية بهدف التخلص من الحشائش المتبقية وزيادة مخزون التربة من الرطوبة.

٩ - إضافة سماد بادئ فى باطن خطوط الزراعة يحتوى علـى نيـتروجين وبوتاسـيوم بمعدل ٢٢-٢٨ كجم مـن كـل منـهما للـهكتار (٩-١١ كجـم N، و ١١-١٤ كجـم K_2O للفدان).

زراعة التيجان فى الحقل الدائم

تكون زراعة تيجان الأسـبرجس - فى مصر - فى أى وقت من أكتوبر إلى مارس، ولا ينصح بالزراعة خلال شهور الصيف نظرًا لأن ارتفاع درجـة الحـرارة حينئـذٍ يـؤدى إلى غياب نسبة كبيرة من الجور.

هذا .. ولا توجد فائدة من زراعة التيجان مبكرًا فى المناطق البـاردة إن كـانت التربـة مازالت باردة، حيث إن براعمها لا تنمو قبـل ارتفـاع حـرارة التربـة عـن ١٠°م، بينمـا تكون التيجان خلال تلك الفترة أكثر قابلية للإصابة بعفن التاج الفيوزارى.

يجب أن تكون التيجان ساكنة أثناء التقليع، وأن يسبق ذلك التخلـص مـن النمـوات الهوائية الجافة بقطعها.

تقلع التيجان من المشتل إما يدويًّا، وإما آليًّا، مع الاحتراس - قدر المستطاع - حتى لا تحدث بها أضرار أثناء التقليع. ويكون التقليع - غالبًا - خلال شـهر فـبراير - قبـل ظهور النموات الجديدة، ثم تزرع فى الحقل الدائم مباشرة.

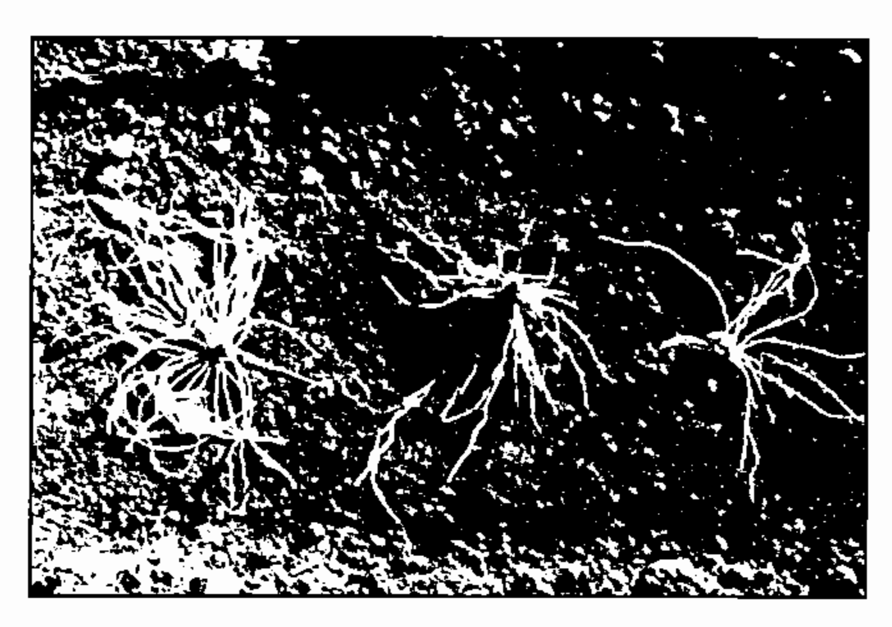
وإذا تطلب الأمر تخزين التيجان قبل الزراعـة .. فـإن أفضـل ظـروف لذلـك، هـى: حرارة ٥°م، مع رطوبة نسبية ٩٠-٩٥٪.

وربما كان من الأفضل تقليع التيجان خلال فصل الخريف وتخزينـها حتـى الربيـع؛ لتكون جاهزة للزراعة فى أى وقت. ويجب فى هذه الحالة تقليم الجذور بطول ٢٠ سم، ووضع التيجان فى أجولة، أو فى أكياس من البوليثيلـين المثقـب، وتخزينـها فـى نفـس الظروف السابقة الذكر، حيث يمكن أن تحتفظ بجودتها - تحت هـذه الظـروف - لـدة ٣-٤ أشهر لحين زراعتها (Takatori وآخرون ١٩٨٠).

ولا يجـب تخزيـن التيجـان مـع الثمـار المنتجـة للإثيلـين - مثـل التفـاح والكمـثرى والكنتالوب -؛ ذلك لأن الإثيلين يعمل على بقاء براعم التيجان ساكنة.

وجدير بالذكر أن حرارة التيجان يمكن أن ترتفع إلى درجة غير مقبولة إذا ما تركت بعد تقليعها فى أكوام كبيرة دونما تهوية أو تبريد.

يُراعى قبل الزراعة فصل التيجان المتشابكة عن بعضها البعض، ثم تستبعد التيجان الصغيرة جدًّا. وبينما يمكن زراعة التيجان الكبيرة والمتوسطة الحجم بلا مشاكل، فإن التيجان الصغيرة يجب أن تزرع فى خطوط مستقلة لعدم قدرتها على منافسة التيجان الأكبر منها فى النمو عند زراعتهما معًا. وأفضل التيجان هى التى يتراوح وزنها بين ٥٠، و ٧٥ جرامًا (شكل ٢-٢).



شكل (٢-٢)

شكل (٢-٢): تيجان أسبرجس بعمر سنة واحدة، ولكنها تتباين كثيرًا فى أحجامها. يتعين اختيار التيجان الكبيرة والمتوسطة الحجم للزراعة، واستبعاد الصغيرة منها (عن Takatori وآخرين ١٩٧٧).

ويفضل استخدام التيجان التى تبلغ من العمر عامًا واحدًا، علمًا بأنها تعطى نباتات أقوى نموًّا وأكثر إنتاجًا عن تلك التى تنتج عن زراعة تيجان بعمر عامين. وفى المناطق تحت الاستوائية تستخدم فى الزراعة تيجانًا بعمر ٣-٤ شهور.

كما تفضل زراعة التيجان التى تحتوى على عدد قليل من البراعم الكبيرة نسبيًّا، والتى تكون جذورها اللحمية غير ذابلة وغير مصابة بالأمراض، كما يجب عدم الإفراط فى تقليم تلك الجذور لأن الغذاء المخزن فيها هو الذى يعتمد عليه النبات فى تكوين النموات الجديدة بعد الزراعة (عن Jones & Roza ١٩٢٨).

وتحتوى الجذور اللحمية على قدر كبير من السكروز الذى يعد بيئة جيدة لنمو الأعفان؛ مما يؤدى – عند توفر الرطوبة وفى الحرارة المناسبة – إلى القضاء على الريزومات. ولذا .. يراعى دائمًا عدم زراعة الريزومات التى أصابتها الأعفان – ولو جزئيًّا – لأنها تموت فى الحقل.

يوضع السماد الفوسفاتى السابق للزراعة تحت مستوى التيجان، علمًا بأنه لا يضر بجذورها، وأن الجذور تنمو من خلاله لتحصل على حاجتها من العنصر. ويعد التسميد الفوسفاتى السابق للزراعة ذا أهمية خاصة فى إنتاج الأسبرجس على المدى الطويل، نظرًا لأن النباتات لا تستفيد كثيرًا من الإضافات السطحية للعنصر بعد ذلك. وفى إحدى الدراسات استمر هذا التأثير الإيجابى لإضافة الفوسفور قبل الزراعة لتسع سنوات.

إن لاتجاه خطوط الزراعة عدة تأثيرات على إنتاج الأسبرجس؛ فمن ناحية يزداد تعرض جانبى مصاطب الزراعة لأشعة الشمس وترتفع حرارتها بسرعة أكبر فى الربيع عندما يكون اتجاه المصاطب شرق/غربى عما لو كان اتجاهها شمالى/جنوبى. ومن ناحية أخرى .. فإنه عندما تكون الخطوط فى اتجاه الرياح السائدة؛ فإن ذلك يفيد فى سرعة التخلص من الرطوبة الزائدة، وفى رقاد النباتات على بعضها البعض بدلاً من رقادها بين الخطوط حيث يصعب – فى الحالة الأخيرة – إجراء العمليات الزراعية.

تفضل دائمًا زراعة الأسبرجس فى مصاطب مرتفعة لأن ذلك يساعد فى تحسين الصرف ورفع حرارة التربة فى الوقت الذى توفر فيه المصاطب غطاءً كافيًا من التربة لحماية التيجان.

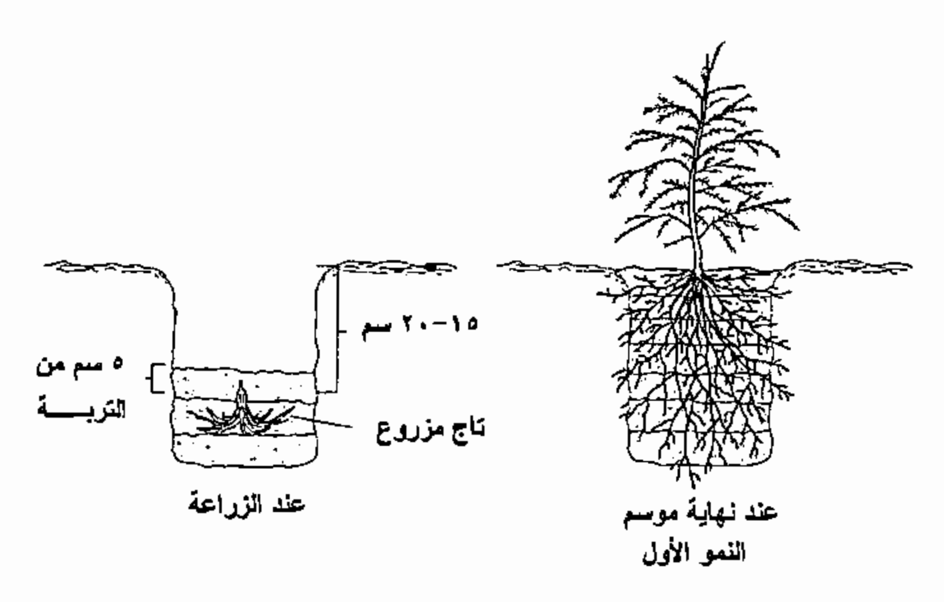
ويجب توسيع المسافة بين خطوط الزراعة بالقدر الذى يسمح بحركة الهواء بحرية

بين النباتات لأجل سرعة التخلص من الرطوبة الزائدة التى تتجمع بعد الرى والأمطار، وهى التى تؤدى إلى زيادة شدة الإصابة بالأمراض.

تكون الزراعة على مصاطب بعرض ١٢٠-١٥٠ سم، وعلى مسافة ١٥-٢٢ سم بين النباتات وبعضها البعض فى المصطبة. وعند الرغبة فى إنتاج مهاميز بيضاء (بتكويم التراب حول المهاميز قبل بزوغها من التربة) تجب زيادة عرض المصاطب إلى ١٨٠-٢١٠ سم؛ ليمكن إجراء هذه العملية.

تكون زراعة التيجان فى خنادق بعمق ١٥-٢٥ سم - حسب طبيعة التربة - مع جعل براعمها إلى أعلى وفرد جذورها الخازنة، ثم الترديم عليها بالتربة (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

تغطى التيجان بعد زراعتها مباشرة بنحو ٣-٥ سم من التربة، ثم بعد بداية تكوين النموات الجديدة تتم زيادة غطاء التربة بصورة تدريجية إلى أن تصبح قواعد النباتات مغطاة بالتربة بصورة جيدة (شكل (٢-٣).



شكل (٢-٣): وضع التيجان وخنادق الزراعة عند بداية زراعة التيجان (على اليسار)، ثم فى نهاية موسم النمو الأول (على اليمين) (عن Decoteau ٢٠٠٠).

وتظهر الدراسات أن الزراعة السطحية للتيجان تحفز زيادة إنتاج المهاميز، إلاّ أنها تكون أقل قطرًا مقارنة بالوضع في الزراعات العميقة للتيجان. ويتم اختيار العمق المناسب لزراعة التيجان – في أي نوع من الأراضي – بأخذ هذين العاملين – عدد المهاميز وتوزيع أقطارها – في الحسبان. كذلك يؤثر عمق الزراعة في سرعة ظهور المهاميز في الربيع بعد انتهاء فترة السكون في المناطق الباردة، إذ تكون أبطأ ظهورًا بزيادة عمق الزراعة، حيث يلزم مرور فترة طويلة قبل أن تدفأ التربة في تلك الأعماق.

وقد أظهرت دراسات Lindgren (١٩٩٠) أن زيادة عمق الزراعة من ٥ سم إلى ٢٠ سم أدت إلى تأخير بداية الحصاد في الربيع بسبب تأخر ظهور المهاميز في الزراعة العميقة. وبمرور السنوات ازدادت التيجان تعمقًا في الزراعات التي بدأت سطحية، بينما ازدادت اقترابًا من السطح في الزراعات التي بدأت عميقة.

ونظرًا لأن الأسبرجس لا يعطي محصولاً خلال السنتين الأوليين من الزراعة في الحقل الدائم؛ لذا فإنه من المناسب تحميل محاصيل أخرى عليه خلال تلك الفترة، وتفضل الخضروات التي لا تعطي نموًّا خضريًّا غزيرًا، مثل: الفاصوليا، والكرنب، والخس مع تجنب زراعة الخضر الطويلة، أو التي تحتاج إلى موسم نمو طويل حتى لا تنافس الأسبرجس على الغذاء والضوء.

الزراعة بالشتلات البذرية

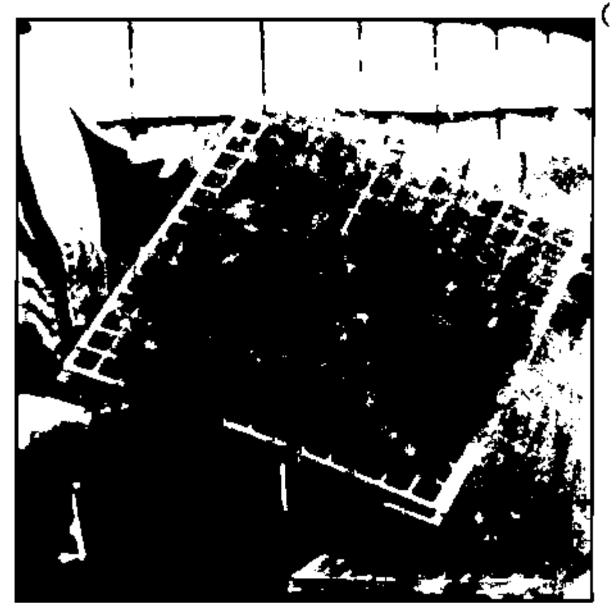
أدى ارتفاع أسعار بذور الأصناف الهجين إلى الحاجة للتوفير في كمية التقاوى المستعملة في زراعة وحدة المساحة، وذلك باستخدام البذور في إنتاج الشتلات تحت ظروف متحكم فيها، ثم شتلها في الحقل الدائم، علمًا بأن استخدام الشتلات في الزراعة يفيد – كذلك – في التحكم التام في مسافات الزراعة وتجنب حالات الجور الغائبة، وذلك مقارنة بالزراعة بالبذور في الحقل الدائم مباشرة.

قد تستعمل مراقد البذور الحقلية في إنتاج شتلات الأسبرجس، ويلزم في هذه الحالة نحو ٥٠٠ جم من البذور لإنتاج شتلات تكفي لزراعة فدان. تزرع هذه الكمية في مساحة قيراطين (٣٥٠م^{٢})، ويراعى أن تكون تربة المشتل خفيفة وغنية بالمادة العضوية، وتفضل

الأراضي الطميية السلتية لهذا الغرض. هذا .. إلاّ أنه يفضل إنتاج الشتلات في "الشتالات" تحت ظروف متحكم فيها.

عندما يكون إنتاج الشتلات في ظروف متحكم فيها يفضل أن تكون الحرارة حوالى ٢٥°م مع رطوبة نسبية مرتفعة إلى حين بلوغ البادرات ٤-٥سم طولاً، على أن يلي ذلك خفض الحرارة إلى ٢٠°م نهارًا، و ١٥°م ليلاً، مع خفض الرطوبة النسبية إلى ٥٠٪ أو أقل من ذلك بالتهوية الجيدة. هذا مع العلم بأن استمرار بقاء الحرارة عالية يؤدى إلى سرعة استطالة البادرات ورقادها عند الرى؛ مما يجعلها عرضة للإصابة بأمراض النموات الخضرية.

وكما أسلفنا .. فإنه لمن الأفضل إنتاج شتلات الأسبرجس في الشتّالات (سبيدلنج تراين Speedling Trays)، وهي صوانٍ بلاستكية تحتوى - عادة - على عدد من الانخفاضات القمعية أو المخروطية الشكل، تملأ بخلطات خاصة لنمو الجذور، وتزرع فيها البذور كل على حده (شكل ٢-٤)، وعندما تقلع منها الشتلات .. فإن جذورها تخرج كاملة، ومعها خلطة التربة (أى تكون بصلايا)؛ فلا يتوقف نموها لفترة بعد الشتل (شكل ٢-٥).



شكل (٢-٤): شتالات (سبدلنج ترايز speedling trays) تنمو بها شتلات الأسبرجس (عن Takatori وآخرين ١٩٨٠).



شكل (٢-٥)

شكل (٢-٥): شتلات أسبرجس جاهزة للزراعة بعد إنتاجها فى الشتالات. يلاحظ أن الجذور تكون ذات "صلايا" مخروطية الشكل (عن Takatori وآخرين ١٩٨٠).

تتوفر أنواع مختلفة من الشتالات، ويستعمل فيها خلطات كثيرة. وللتفاصيل الخاصة بهذه الأمور .. يراجع حسن (١٩٩٨).

تتبع هذه الطريقة – على نطاق واسع – فى ولاية كاليفورنيا الأمريكية؛ حيث تنتج الشتلات فى البيوت المحمية (الصوبات)، وتشتل – آليًا – بعد ٧٠-٧٥ يومًا من زراعة البذور. وتبلغ نسبة نجاح الشتل بهذه الطريقة ٩٥-٩٨٪.

تملأ صوانى إنتاج الشتالات بخلطة خاصة تتكون من البيت موس والرمل الخشن بنسبة ١:١، ويضاف إليها سماد كامل يحتوى على جميع العناصر اللازمة بما فى ذلك العناصر الدقيقة، وتزرع البذور فى العيون – كل على حده – على عمق ١٢-١٥ مم؛ لمنع الجذير من دفع البذور فوق مستوى خلطة الزراعة عند الإنبات، ويستمر تسميد

النباتات مع ماء الرى، ويحافظ على درجة الحرارة فى المجال المناسب (Takatori وآخرون ١٩٨٠).

تحتاج هذه الطريقة لإنتاج الشتلات إلى كمية أقل من البذور (حوالى ٢٠٠ جم للفدان)، وتزرع البذور فى البيوت المحمية فى النصف الأول من شهر يناير، بينما يكون الشتل فى الحقل الدائم فى النصف الثانى من شهر مارس. ومن الطبيعى أنه لا يمكن انتخاب النباتات - على أساس الجنس - عند اتباع هذه الطريقة فى إنتاج الشتلات.

يراعى ألا تلامس الشتالات البنشات أو سطح الأرض وإنما ترتفع عنه بفاصل هوائى، علمًا بأن هذا الفاصل يفيد كثيرًا فى منع نمو الجذور خارج الشتالات، ومن ثم يفيد فى زيادة تكوينها داخل عيون الشتالات، ومنع إصابتها بمسببات الأمراض التى قد تلوث التربة.

يكون رى المشاتل بالرذاذ حتى لا تنقل البذور من مكانها، وحتى لا يتسبب - إن كان بقوة - فى رقاد النباتات؛ ومن ثم عدم جفافها بالسرعة الكافية؛ مما يؤدى إلى جعلها أكثر قابلية للإصابة بالأمراض الفطرية.

وتسمد الشتالات لمدة ٣-٤ أسابيع بعد إنبات البذور بالرى بمحلول سمادى تحليله ٢٠-٢٠-٢٠ بمعدل ٥٠ جم من السماد لكل متر مكعب من مياه الرى، تزيد إلى ٧٥ جم/م^3 بعد تلك الفترة الأولية. ويفضل دائمًا أن يكون النيتروجين النتراتى فى السماد بنسبة ٧٥٪ من النيتروجين الكلى، وألاّ يقل عن ٥٠٪. وتتم تقسية النباتات خلال الأسبوع السابق للشتل بخفض معدلات الرى والتسميد عنها بصورة تدريجية.

وتعد بادرات الأسبرجس شديدة الحساسية لنقص الحديد الذى يظهر على صورة اصفرار بأطراف النموات الهوائية. ويعالج نقص الحديد بالتسميد بكبريتات الحديدوز أو بالحديد المخلبى كل حوالى أسبوعين، أو ضمن سماد العناصر الدقيقة.

وإذا حدث وقطع النمو الخضرى للبادرة لأى سبب كان .. يتعين المحافظة على الجذور فى داخل العين لأنها تعطى نموًا جديدًا خلال فترة وجيزة.

بعد حوالى ٧٥–٩٠ يومًا من النمو فى الشتالات يصبح لكل شتلة منها ٤–٥ سيقان يتراوح طولها بين ٢٠، و ٣٠ سم، كذلك يكون لكل منها تاجًا يحتوى على ٤–٦ براعم، ونحو ١٠–٢٠ جذرًا لحميًا.

وعند الشتل تنزع الشتلات من عيون الشتالات بجذبها إلى أعلى دون محاولة ثنيها حتى لا تقصف سيقانها. تُعبأ الشتلات فى كراتين منيعة ضد الماء على ألا تترك فراغات بين النباتات داخل الكرتونة لكى لا تتحرك من مكانها أثناء نقلها إلى حقل الزراعة. تحفظ الكراتين فى مكان هاو مظلل قبل الزراعة مع استخدام الشتلات فى الزراعة أولاً بأول. وإذا تأخر الشتل قليلاً يمكن رى الشتلات وهى فى الكراتين.

تعامل الشتلات معاملة التيجان عند الزراعة فى الحقل الدائم، مع مراعاة غرس الشتلة فى قاع خندق الزراعة على المسافات المرغوبة، وبحيث يغطى تاج النبات بنحو ٢ سم من التربة، مع زيادة سمك طبقة التربة تدريجيًا إلى حين امتلاء الخندق، كما يتبع عند الزراعة بالبذور مباشرة فى الحقل الدائم.

يفضل إجراء الشتل فى أرض مستحرثة (أى بها نحو ٥٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية)، ثم رى الحقل بعد الشتل أولاً بأول.

قد يلاحظ أحيانًا بعد الشتل أن النمو القمى لبعض الشتلات يتغير إلى اللون الأبيض ثم يموت. وإذا حدث ذلك يجب الاستمرار فى تعهد تلك الجور بالرعاية لأنها يمكن أن تعطى نموًا جديدًا أخضر اللون يحل محل النمو الأولى.

الزراعة بالبذور فى الحقل الدائم مباشرة

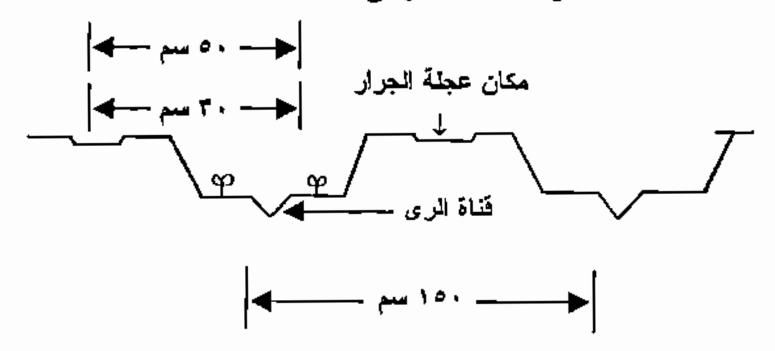
تعتبر زراعة بذور الأسبرجس فى الحقل الدائم مباشرة من الطرق المستحدثة للزراعة، وتزرع فيها البذور آليًا على المسافات المرغوبة، وتعد أفضل الطرق لزراعة الأسبرجس عند الرغبة فى اتباع نظام الزراعة الكثيفة التى تزيد فيها الكثافة النباتية عن ١٠٠ ألف نبات بالفدان.

تزرع البذور عادة – فى سطور – على مصاطب عرضها ١,٥ م، ويوجد بكل منها من

٢–٥ سطور. ويكون كل سطر في البداية عبارة عن خندق بعمق ١٥–٢٠ سم، تزرع فيه البذور على مسافة ١٠ سم من بعضها البعض، وعلى عمق ٢,٥ سم (وبذا تزيد الكثافة النباتية عن ١٠٠ ألف نبات بالفدان).

تلزم لزراعة الفدان بهذه الطريقة نحو ١–١,٥ كجم من البذور. وتجب مراعاة إقامة المصاطب جيدًا أثناء مراحل النمو الأولى بنقل التربة من قنوات المصاطب وجوانبها حتى تصبح التيجان – بعد تكونها – على عمق ١٧,٥–٢٢,٥ سم من سطح المصطبة.

وفي طريقة أخرى للزراعة بالبذور مباشرة يتم عمل قنوات مسطحة القاع بعرض ٥٠ سم وبعمق ١٥–٢٠ سم من سطح التربة، وعلى مسافة ١٥٠سم من بعضها البعض (من منتصف القناة إلى منتصف القناة المجاورة لها) ويلي ذلك عمل قناة أعمق قليلاً في منتصف كل قناة لأجل الري، كما يظهر في شكل (٢–٦).



شكل (٢–٦): وضع النباتات وقنوات الري والخطوط عند الزراعة (عن Nassar & Crandall ١٩٨٧).

تزرع البذور مفردة – يدويًا أو آليًا – على مسافة ٢٠ سم من بعضها البعض في خطين يفصل بينهما مسافة ٣٠ سم على جانبي قناة الري التي توجد في منتصف القناة المسطحة. تكون زراعة البذور على عمق ٢,٥–٥ سم حسب طبيعة التربة. وتتطلب الزراعة بهذه الطريقة حوالي ٢٩٠٠٠ بذرة للفدان.

تكون زراعة البذور على عمق ٢,٥ سم كما أسلفنا، وعند إضافة ذلك العمق إلى عمق القناة المسطحة الذي يقدر بنحو ١٥–٢٠ سم من سطح التربة، فإن التيجان الناتجة تكون على عمق ١٧,٥–٢٢,٥ سم أسفل سطح التربة العادي وقبل إقامة المصاطب.

يجب الاهتمام بالرى بعد زراعة البذور وخلال فترة الإنبات، مع المحافظة على سطح التربة رطبًا لمنع تكون القشور السطحية التى تعوق الإنبات. وعلى الرغم من إمكانية رى الأسبرجس - حتى إنبات البذور - بطريقتى الرى بالغمر وبالرش، فإن الطريقة الأخيرة هى المفضلة. ويراعى فى حالة الرى بالغمر عدم اكتساح مياه الرى للبذور أو بقاء التربة مغمورة بالمياه لفترة طويلة.

يستغرق إنبات البذور حوالى ٢-٤ أسابيع حسب درجة الحرارة، علمًا بأن الدرجة المثلى للإنبات تتراوح بين ٢٥، و ٣٠°م. هذا .. وتمر عادة سنة كاملة من الزراعة قبل أن تبدو البادرات نامية بصورة ملحوظة.

ومن أهم ما تجب مراعاته عند الزراعة بالبذور فى الحقل الدائم مباشرة، ما يلى:

١ - يعتبر التخلص من الحشائش التى تنمو مع بادرت الأسبرجس أكبر مشاكل الإنتاج، وهى تتطلب استعمال مبيدات الحشائش (انظر عمليات الخدمة).

٢ - من الضرورى الاهتمام بالرى لحين اكتمال إنبات البذور، ويفضل الرى بطريقة الرش حتى الإنبات، ثم اتباع طريقة الرى السطحى بعد ذلك.

٣ - يلزم ترقيع الأماكن التى يكون الإنبات فيها ضعيفًا بشتلات تؤخذ من أماكن أخرى من نفس الحقل، يكون الإنبات فيها كثيفًا (Takatori وآخرون ١٩٨٠).

وقد وجد لدى مقارنة طريقة زراعة البذور فى الحقل الدائم مباشرة، مع طريقة التكاثر بالتيجان - فى دراسة استمرت ١٣ عامًا - أن المحصول يكون أعلى خلال السنوات الست الأولى من عمر المزرعة عند الزراعة بالبذور مباشرة، وأن المهاميز تكون أكبر حجمًا فى السنوات الأولى من عمر المزرعة عند الزراعة بالتيجان، ثم يتساوى كل من المحصول وحجم المهاميز فى الطريقتين بعد ذلك (Sims وآخرون ١٩٧٦).

إنتاج الشتلات بواسطة مزارع الأنسجة

يؤدى إكثار الأسبرجس بالبذور إلى الحصول على أعداد متساوية من النباتات المذكرة والمؤنثة. وبينما تكون مهاميز النباتات المؤنثة أكبر حجمًا وأفضل نوعية .. فإن النباتات

المذكرة تكون أعلى إنتاجية. وقد تعذر إكثار الأسبرجس بالعقل الساقية، ولم يمكن إكثاره – تجاريًّا – بطريقة تقسيم الريزومات (التيجان)؛ لأن الريزوم الواحد لا يعطى سوى عدد محدود من النباتات؛ لذا .. فقد اتجه التفكير نحو إنتاج شتلات الأسبرجس من الجنس المرغوب بواسطة مزراع الأنسجة. وقد أمكن بالفعل إنتاج نحو ٣٠٠ ألف شتلة خلال عام واحد من مزرعة ناتجة من قمة نامية لنبات واحد. وتتبع هذه الطريقة – حاليًّا – فى الإنتاج التجارى لشتلات الأسبرجس، وتستخدم لذلك البراعم الإبطية. أما القمة النامية .. فإن استعمالها فى مزارع الأنسجة يقتصر على إنتاج نباتات خالية من الفيرس؛ نظرًا لصعوبة فصلها. ولمزيد من التفاصيل عن إنتاج شتلات الأسبرجس بهذه الطريقة .. يراجع (Yang ١٩٧٧).

كثافة الزراعة

تتأثر كثافة الزراعة – وهى عدد النباتات فى وحدة المساحة – بكل من المسافة بين الخطوط وعدد النباتات فى الخط. ولكثافة الزراعة تأثيرات هامة على المحصول السنوى، ونوعية المهاميز المنتجة، وعمر المزرعة. ونناقش تحت هذا العنوان موضوع كثافة الزراعة أيًّا كانت طريقة الزراعة.

يتباين عدد النباتات فى الفدان حسب مسافات الزراعة، كما يلى:

المسافة بين النباتات فى الخط (سم)	المسافة بين المصاطب (سم)	عدد النباتات بالفدان
٣٠	١٥٠	٨٧١٢
٣٠	١٨٠	٧٢٦٠
٣٥	١٥٠	٦٩٧٠
٣٥	١٨٠	٥٨٠٨
٤٠	١٥٠	٦٥٥٠
٤٠	١٨٠	٥٤٥٩
٤٥	١٥٠	٥٨٠٨
٤٥	١٨٠	٤٨٤٠

وعادة .. تتراوح المسافة بين النباتات فى المصطبة بين ٢٠، و ٥٠ سم، بينما يتراوح عرض المصاطب بين متر واحد ومترين. وتكون المسافات الكبيرة هى المفضلة عند الرغبة فى إنتاج الأسبرجس الأبيض لكى يمكن تكويم التربة حول النباتات بسهولة. وعمومًا .. تتراوح أعداد النباتات بين ١٥، و ٢٥ ألف نبات بالهكتار (٦٣٠٠–١٠٥٠٠ نبات للفدان) عند إنتاج الأسبرجس الأبيض، وبين ٢٥، و ٥٠ ألف نبات بالهكتار (١٠٥٠٠–٢١٠٠٠ نبات للفدان) عند إنتاج الأسبرجس الأخضر (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

وتتوقف مسافة الزراعة – عادة – على الآليات المستخدمة فى خدمة الحقل، وعلى الصنف المزروع، حيث تزداد مسافات الزراعة الموصى بها فى الأصناف الهجين الجديدة عما فى الأصناف التقليدية المفتوحة التلقيح؛ ذلك لأن الهجن تكون قوية النمو وتملأ – سريعًا – المسافة بين الخطوط، حيث لا يستغرق ذلك أكثر من موسم واحد من النمو عندما تكون الزراعة بتيجان عمرها عام كامل.

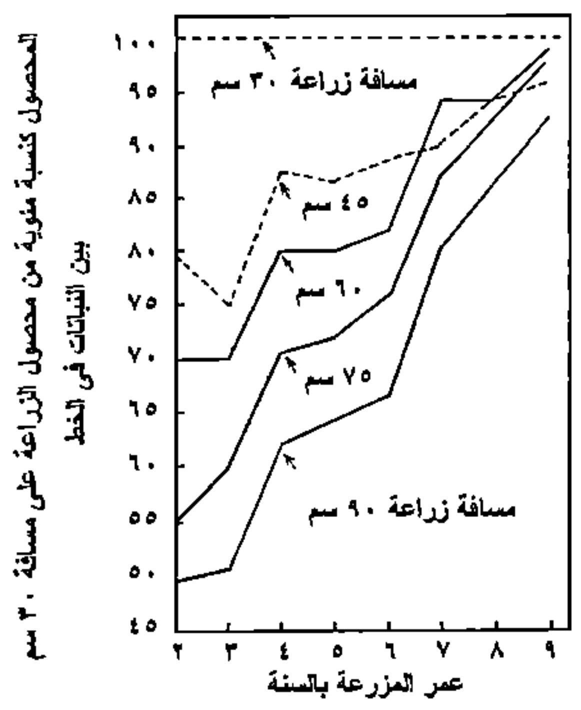
تؤدى زيادة كثافة الزراعة إلى زيادة عدد المهاميز التى تنتج من وحدة المساحة مع نقص فى أقطارها؛ ولذا .. يتعين الوصول إلى كثافة الزراعة التى تحقق التوازن بين أكبر إنتاج ممكن من المهاميز مع أقل قدر ممكن من النقص فى أحجامها؛ بحيث لا تزداد كثيرًا نسبة المهاميز التى لا تصلح للتسويق. ويتحقق ذلك التوازن فى الأصناف ذات المهاميز السميكة بطبيعتها – مثل أبوللو، وأطلس، وجراندى – بزراعتها بكثافة أعلى عن غيرها من الأصناف – مثل يوسى ١٥٧ – وذلك دون توقع حدوث تدهور فى نوعية المهاميز المنتجة. ويتم – عادة – التحكم فى كثافة الزراعة بالتحكم فى المسافة بين النباتات فى الخط.

هذا .. وتفيد زيادة المسافة بين الخطوط فى إمكان زراعة النباتات على عمق أكبر؛ مما يسمح بزيادة عمر الزراعة، مع زيادة أقطار المهاميز المنتجة. فالأسبرجس ينتج سنويًا مبادئ براعم فى مستوى أعلى من مستوى براعم العام السابق؛ مما يعنى نمو التيجان باتجاه سطح التربة؛ وهى – بذلك – تكون أسرع اقترابًا من سطح التربة فى الزراعات السطحية. وغنى عن البيان أن التيجان السطحية تكون أكثر تعرضًا للأضرار الميكانيكية من جراء عمليتى العزيق والحصاد.

كذلك تفيد الزراعة على المسافات الواسعة في تحسين تخلل الهواء ما بين النموات الهوائية؛ مما يسرع من جفافها بعد الأمطار والندى، ويحد - بالتالى - من انتشار الإصابة بالأمراض الفطرية.

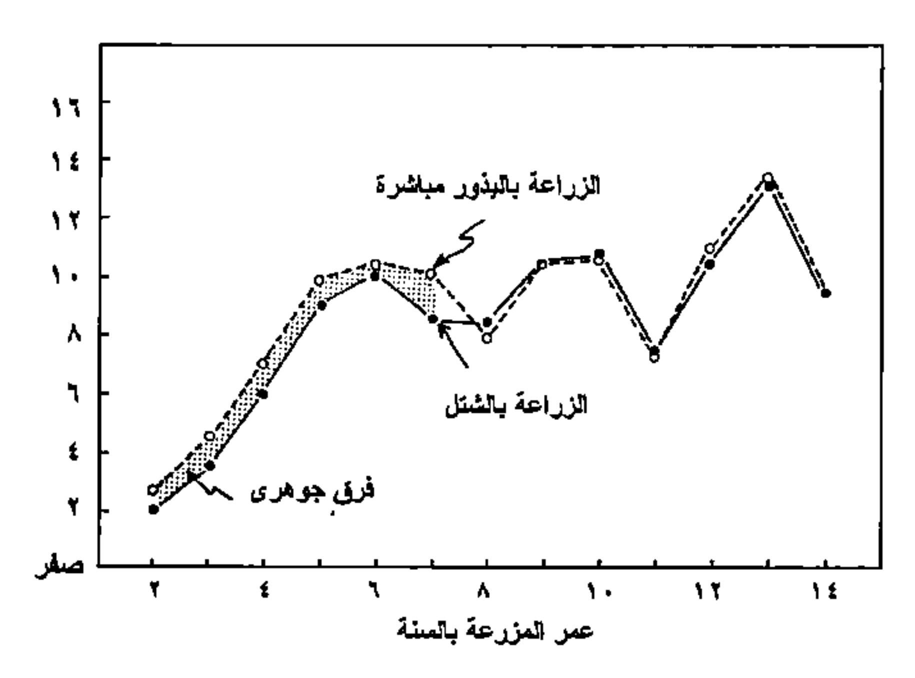
وعلى الرغم من ذلك .. فإن الزراعة على مسافة ١٥ سم بين النباتات أعطت خلال السنوات التسع الأولى - على الأقل - محصولاً أعلى مما أعطته الزراعة على مسافة ٣٠، أو ٤٥، أو ٦٠ سم بين النباتات فى الخط.

وقد أظهرت الدراسات التى أجريت حول تأثير مسافة الزراعة على الأسبرجس زيادة محصول النباتات التى زرعت على مسافة ٣٠ سم من بعضها البعض فى الخط مقارنة بمحصول تلك التى زرعت على مسافات أوسع من ذلك (شكل ٢-٧)، ولكن لم تؤثر مسافة الزراعة بين النباتات على قطر المهاميز. وفى تلك الدراسة كانت الزراعة فى خطوط مفردة على مصاطب بعرض ١٥٠ سم من منتصف المصطبة إلى منتصف المصطبة المجاورة لها.



شكل (٢-٧): تأثير مسافة الزراعة بين النباتات فى الخط على المحصول النسبى من المهاميز على مدى ثمانى سنوات من عمر المزرعة.

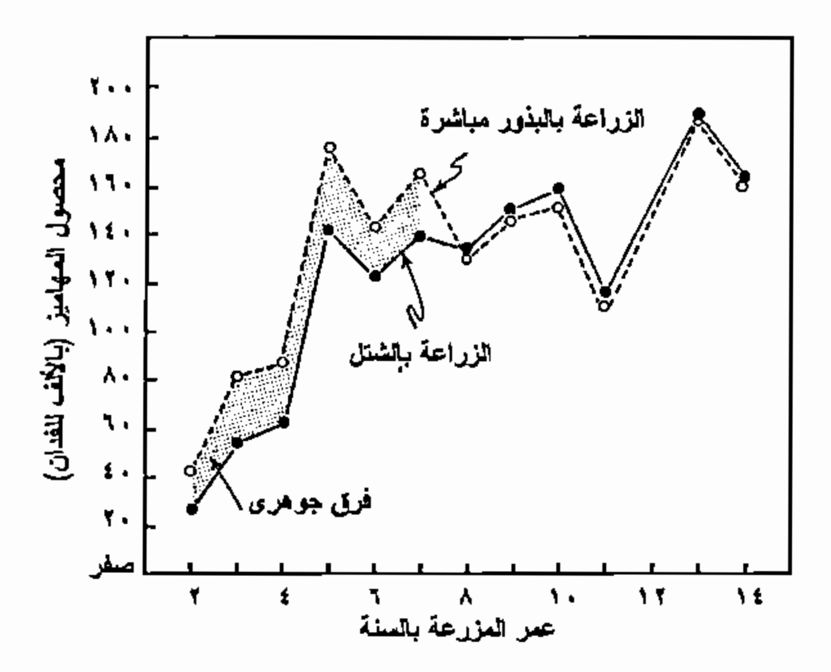
وفى دراسة أخرى قورنت الزراعة بالبذور مباشرة فى الحقل الدائم على مسافة ٥ سم بين النباتات بالزراعة بواسطة التيجان على مسافة ٣٠ سم بين النباتات، حيث تبين ازدياد محصول الزراعة الضيقة (٥ سم) من المهاميز (بالعدد والوزن الكلى) خلال السنوات الست الأولى من عمر المزرعة، ولكن اختفى الفرق المعنوى بين الزراعتين فى السنوات التالية (شكلا ٢-٨، و ٢-٩). وكما يتبين من شكل (٢-١٠)، فإن متوسط وزن المهماز كان أقل فى مسافة الزراعة الضيقة (٥ سم) خلال مواسم الحصاد الخمسة الأولى من عمر المزرعة، ولكنه لم يختلف بين الزراعتين فى مواسم الحصاد التالية لذلك (عن Takatori وآخرين ١٩٧٧).



شكل (٢-٨): مقارنة محصول الزراعة بالبذور مباشرة على مسافة ٥ سم بين النباتات بالمحصول عند شتل التيجان على مسافة ٣٠ سم من بعضها البعض على مدى ١٣ عامًا من عمر المزرعة.

كذلك قورن محصول الأسبرجس عند الزراعة على مسافة ٥، و ١٠، و ١٥، و ٢٠ سم بين النباتات فى الخط، وأظهرت الدراسة أن المسافة الأخيرة فقط هى التى كانت أقل جوهريًا، بينما لم تظهر اختلافات جوهرية فى المحصول (عدد المهاميز ووزنها

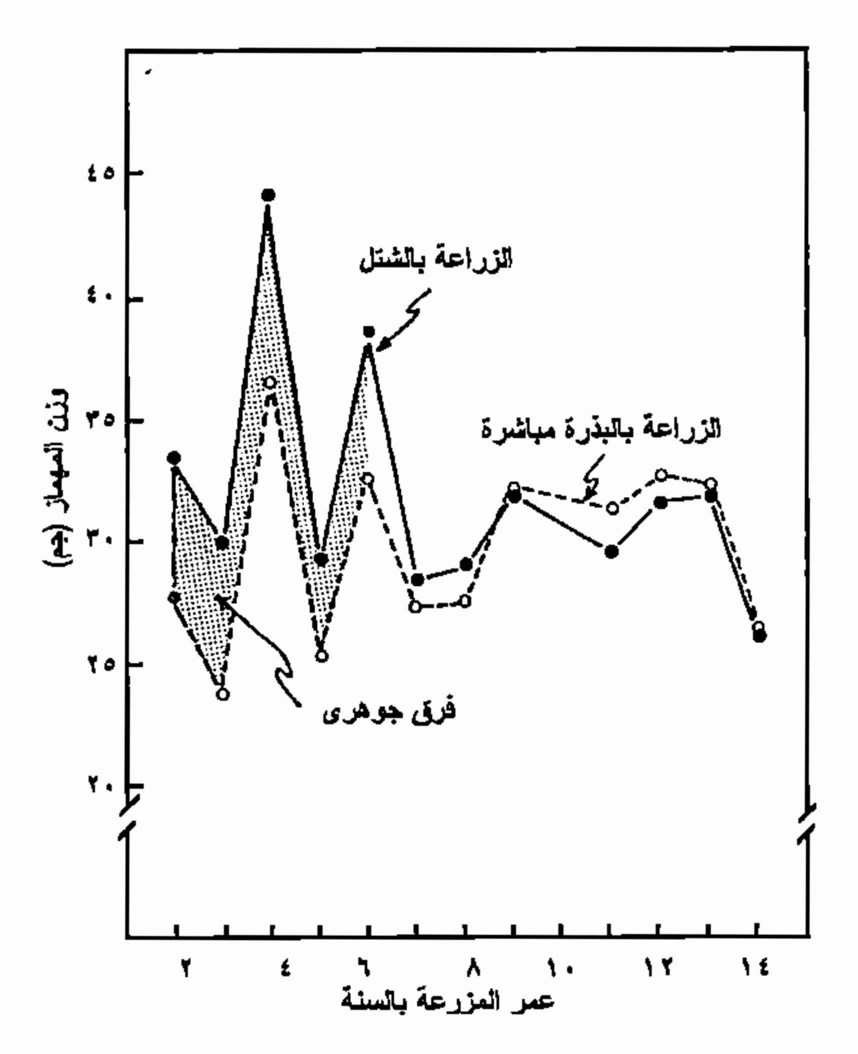
الكلي) بين مسافات الزراعة الأقل من ذلك. هذا إلاّ أن متوسط وزن المهماز كان أكبر عند الزراعة على مسافة ٢٠ سم، مقارنة بمتوسط الوزن فى مسافات الزراعة الأقل. وكانت الفروق بين مسافات الزراعة في وزن المهماز كبيرة خلال موسم الحصاد الأول، ثم تناقصت – تدريجيًا – مع تقدم المزرعة فى العمر إلى أن اختفت تلك الفروق فى موسم الحصاد السادس.



شكل (٢–٩): مقارنة الزراعة بالبذور مباشرة على مسافة ٥ سم مع الزراعة بشتل التيجان على مسافة ٣٠ سم، من حيث إنتاج المهاميز خلال فترة ١٣ عامًا من عمر المزرعة.

وفى إحدى الدراسات قورنت الزراعة بنظام خط واحد من النباتات مع زراعة خطين أو ثلاثة خطوط من النباتات بكل مصطبة، أو الزراعة نثرًا، وكانت كثافة الزراعة المقابلة لمختلف طرق الزراعة، هى: ٤٠٠٠٠، و ٨٠٠٠٠، و ١٢٠٠٠٠، و ١٦٠٠٠٠ نبات/فدان على التوالى. وقد أعطت زراعة خطين أو ثلاثة خطوط بالمصطبة، وكذلك الزراعة نثرًا محصولاً كليًا (من حيث عدد المهاميز ووزنها الكلى) أعلى من زراعة خط واحد من النباتات بالمصطبة، إلاّ أن الفرق فى المحصول بين زراعة خطين أو ثلاثة خطوط بالمصطبة لم يكن جوهريًا. وقد أعطت زراعة خط واحد أو خطين من

النباتات بالمصطبة أكبر المهاميز حجمًا، ولم يكن الفرق بينهما جوهريًا؛ بما يعنــى تفـوق الزراعة بنظام الخطين فى المصطبة الواحدة (عن Takatori وآخرين ١٩٧٧).



شكل (٢-١٠): مقارنة الزراعة بالبذور مباشرة على مسافة ٥ سم مع الزراعة بشتل التيجان علــى مسافة ٣٠ سم، من حيث متوسط وزن المهماز المنتج على مدى ١٣ عامًا من عمــر المزرعة.

وقد أدت زيادة كثافــة الزراعــة مـن ١٩٠٠٠ إلى ٣٣٠٠٠ أو ٤٤٠٠٠ نبـات بالهكتـار (٧٩٨٠، و ١٣٨٦٠، و ١٨٤٩٠ نبات بالفدان على التوالى) إلى نقص متوسط وزن المــهماز

الواحد (من ٢٢,١ إلى ٢٠,٣ جم)، ولكن مع زيادة أعدادها بنسبة حوالى ٤٠٪ (من ١٨٠٠٠ إلى ٢٥٠٠٠/هكتار)، وزيادة المحصول الصالح للتسويق بنسبة ٣٠٪ (McCormick & Thomsen ١٩٩٠).

كما أدت زيادة كثافة الزراعة من ٢١٥٥٠ إلى ٤٣١٠٠ نباتًا بالهكتار (٩٠٥٠، و ١٨١٠٠ نباتًا بالفدان على التوالى) بمضاعفة عدد الخطوط فى المصطبة الواحدة إلى زيادة المحصول الكلى المتراكم بنسبة ٦٤٪ إلى ٨٠٪ فى ثلاثة من الأصناف الهجين (هى: UC 157، و WSU 1، و WSU 2)، ولكن بنسبة ٦٪ فقط فى الصنف Rutgers Beacon. وقد استمر تأثير مضاعفة خطوط الزراعة حتى بعد الزراعة بثلاثة عشر عامًا. وفى دراسة أخرى قورن تأثير كثافات زراعة تراوحت بين ١٤٠٠٠، و ٨٦٠٠٠ نباتًا بالهكتار (٥٨٨٠، و ٣٦١٣٠ نباتًا بالفدان على التوالى)، حُصِلَ عليها بمضاعفة عدد الخطوط بالمصطبة مع توفير مسافات مختلفة بين النباتات فى الخط. وقد وجد أن محصول الصنف Princeville المستخدم فى الدراسة استمر فى الزيادة بزيادة كثافة الزراعة لمدة ثمانى سنوات بعد الزراعة. أما عندما زيدت كثافة الزراعة من ٢١٠٠٠ إلى ٣٨٧٩٠٠ نبات بالهكتار (٨٨٢٠، و ١٦٢٩٨٠ نباتًا بالفدان على التوالى) بالتحكم فى كل من عدد الخطوط بالمصطبة والمسافة بين النباتات فى الخط، فإن تأثير عدد الخطوط كان متوقفًا على المسافة بين النباتات فى الخط، حيث كان تأثير عدد الخطوط فى زيادة المحصول أكبر فى مسافات الزراعة الواسعة بين النباتات فى الخط عما كان عليه الحال فى مسافات الزراعة الضيقة (Sanders وآخرون ١٩٩٨).

ولدى مقارنة الزراعة على مسافة ١٥,٢، و ٣٠,٥، و ٤٥,٧، و ٦١,٠ سم بين النباتات فى الخط على محصول المهاميز ونوعيتها فى صنفى الأسبرجس UC 157، و Viking KB3، وجد أن الزراعة على مسافة ١٥,٢ سم أعطت محصولاً أعلى جوهريًا عما فى بقية المسافات المختبرة، والتى لم يظهر بينها فرق معنوى فى المحصول؛ هذا فى الوقت الذى نقص فيه متوسط وزن المهماز فى مسافة الزراعة الضيقة، ولكن دون التأثير على المحصول الصالح للتسويق. وقد أظهر التحليل الاقتصادى أن زيادة العائد التى تلزم لتغطية التكلفة الإضافية للزراعة الكثيفة على مسافة ١٥,٢ سم مقارنة

بالزراعة القياسية على مسافة ٣٠,٥ سم ظهرت بداية من موسم الحصاد الثالث، واستمرت تلك الزيادة بعد ذلك طوال فترة الدراسة التى دامت حتى موسم الحصاد الحادى عشر (Kelly وآخرون ١٩٩٩).

عمليات الخدمة الزراعية

نناقش تحت هذا العنوان مجمل عمليات الخدمة الزراعية خلال العام الأول بعد الزراعة، وخلال الأعوام التالية من عمرالمزرعة، ثم مناقشة كل عملية من عمليات الخدمة منفردة.

مجمل عمليات الخدمة خلال العام الأول بعد الزراعة

يراعى خلال السنة الأولى بعد الزراعة، ما يلى:

١ – إذا وجدت أجزاء غائبة من خطوط الزراعة فشلت فيها البذور فى الإنبات، أو فشلت الشتلات أو التيجان فى النمو، فإنه يفضل ترقيعها بشتلات أو تيجان من أجزاء الحقل الأخرى الأكثر كثافة (عن Sims وآخرين ١٩٧٦).

٢ – الاستمرار فى الرى للمحافظة على النمو النباتى الجيد.

٣ – العزيق للتخلص من الحشائش، مع نقل بعض التربة فى القناة المسطحة لتغطية الحشائش الصغيرة، ولكن مع الحرص ألاّ تكون كمية التراب المنقولة كبيرة لكى لا تتسبب فى بطء النمو النباتى.

٤ – يتم فى نهاية موسم النمو الأول (حوالى أول سبتمبر) وقف الرى، حيث تبدأ بعد ذلك النموات الهوائية فى الجفاف واكتساب اللون البنى، ثم تدخل الأجزاء الأرضية للنبات فى حالة سكون.

٥ – بعد سكون النباتات يتم قطع النموات الخضرية، ثم تنقل التربة من المسافة التى تقع بين خطوط الزراعة إلى خط الزراعة، بحيث تقام مصاطب جديدة يكون خطا الزراعة فى منتصف كل مصطبة منها، مع قناة للرى على كل جانب منها. هذا .. ويكون غطاء التربة على تيجان النباتات بعمق حوالى ١٥–٢٠ سم.

مجمل عمليات الخدمة السنوية بعد العام الأول للزراعة

يراعى – بدءًا من العام الثانى للزراعة – إجراء عمليات الخدمة التالية:

١ – الاهتمام بمكافحة الحشائش.

٢ – إضافة الأسمدة الكيميائية بواقع ١٣٥ كجم نترات نشادر، و ٧٥ كجم سوبر فوسفات، و ٢٥ كجم سلفات بوتاسيوم للفدان. تكون إضافة الأسمدة نثرًا على سطح المصاطب، ثم تخلط بالتربة مع أى بقايا نباتية لنموات العام السابق، وذلك حتى عمق ٨–١٠ سم، ومع مراعاة تجنب العزيق العميق حتى لا تضار تيجان النباتات.

٣ – يبدأ الرى عندما تصل حرارة التربة فى الخمسة عشر سنتيمترًا السطحية منها إلى أعلى من ١٠°م؛ بهدف تنشيط نمو المهاميز.

٤ – إذا كان النمو الخضرى خلال العام السابق جيدًا، فإنه يمكن حصاد المهاميز النامية لمدة لا تزيد عن ٣٠ يومًا فى العام الثانى للزراعة، مع زيادتها حتى ٦٠ يومًا فى الأعوام التالية.

٥ – بعد انتهاء الفترة المسموح بها للحصاد .. يسمح للنموات الهوائية بالتكوين حتى فصل الخريف.

٦ – يوقف الرى فى بداية شهر سبتمبر إلى أن تجف النموات الهوائية لكى تدخل النباتات فى مرحلة سكون (Nassar & Crandall ١٩٨٧).

٧ – يتم خلال فترة السكون خدمة الحقول، كما يلى:

أ – قطع النموات القمية.

ب – رفع التراب من قنوات المصاطب إلى المصاطب، مع تكسير القلاقيل الكبيرة.

جـ – إضافة الأسمدة، وخلطها مع المتبقيات النباتية فى الطبقة السطحية من التربة.

د – إعادة إقامة المصاطب وتنعيمها استعدادًا لموسم الحصاد.

العزق

يجرى العزق فى الأسبرجس؛ للتخلص من الحشائش، وتغطية الأسمدة المضافة، والترديم حول النباتات، وتبييض المهاميز عند الرغبة فى ذلك. فيتم التخلص من

الحشائش – التى تظهر بين خطوات النباتات – بالعزيق السطحى أثناء نمو النباتات خلال العام الأول من الزراعة فى الحقل الدائم، مع تغطية الأسمدة خلال فصل النمو، وينقل – فى الوقت نفسه – جزء من التربة من جانب المصطبة غير المزروع، ويكوّم حول النموات الجديدة فى بداية الربيع؛ أى عند إنبات التيجان المزروعة. تجرى عملية التردبم – على النموات الجديدة – على مراحل؛ حتى لا تغطى النموات تمامًا فى بداية مراحل نموها، وتستمر إلى أن تصبح النباتات – فى وسط خط الزراعة – فى نهاية السنة الأولى للزراعة فى الحقل الدائم.

تكون بداية العزق فى السنة الثانية من عمر المزرعة قبل أن يبدأ النمو فى الربيع. وتراعى ضرورة التخلص من كافة النموات الهوائية القديمة – قبل بداية العزق – بتقليمها وقلبها فى التربة، مع خلطها بكمية من السماد الآزوتى؛ حتى لا يؤدى تحللها إلى نقص مؤقت فى مستوى النيتروجين فى التربة. ويتم خلال فصل النمو التخلص من الحشائش التى تظهر بين خطوط الزراعة بالعزق السطحى على فترات متقاربة. أما الحشائش التى تظهر فى خط الزراعة نفسه .. فإنه يتم التخلص منها بالعزق السطحى بعد الحصاد مباشرة، ويكرر هذا النظام – سنويًّا – بعد ذلك.

ويراعى إجراء العزق بعد الظهيرة خلال موسم الحصاد؛ لأن المهاميز تكون أقل عرضه للتقصف فى ذلك الوقت عما فى الصباح.

هذا .. إلاّ أنه يتعين التحفظ فى إجراء عملية العزيق؛ فباستثناء العناية بمسح قنوات الرى والعناية بإعادة إقامة المصاطب قبل موسم الحصاد وبعده، فإن حقول الأسبرجس لا تعزق كثيرًا. ويجب فى جميع الحالات تجنب العزيق العميق الذى قد يضر كثيرًا بالتيجان (عن Takatori وآخرين ١٩٧٧). كذلك يضر العزيق السابق للحصاد بالمهاميز التى تكون فى بداية مراحل نموها؛ الأمر الذى يفسر انخفاض المحصول المبكر فى الزراعات المعزوقة، بينما يؤدى العزيق بعد الحصاد إلى الإضرار بالمهاميز التى يحتاجها النبات لتكوين النموات الخضرية (عن Drost ١٩٩٧).

وقد أظهرت الدراسات التى استعملت فيها مبيدات الحشائش فى مكافحة الأعشاب

الضارة أن العزيـق - مقارنـة بعـدم العزيـق - أدى علـى مـدى خمسـة أعـوام إلى نقص محصول المهاميز بنسبة تراوحت - سـنويًا - بـين ١٢٪، و ٥٠٪، وأن جميـع مقـاييس النمو ازدادت عند عدم إجراء العزيـق؛ حيـث ازداد وزن التيجـان بنسـبة ١٧٨٪، ووزن النموات الهوائية بنسبة ١٧٥٪، وعناقيد الـبراعم بنسـبة ١٥٢٪، وعـدد الـبراعم بنسـبة ١٦١٪، وعدد السيقان الهوائية بنسبة ١٩٥٪ (Wilcox-Lee & Drost ١٩٩١).

وتعد إصابة الريزومات بالأمراض وبـالأضرار الميكانيكيـة مـن جـراء العزيـق مـن أهـم أسباب تدهور النمو النباتى.

توصيات مبيدات الأعشاب الضارة

يـوصى باستخـدام مبيـدات الأعشــاب الضـارة فـى مـزارع الأسـبرجس علـى النحـو التالى:

أولاً: فى حالات الزراعة بالبذرة مباشرة (مشاتل حقلية وحقول إنتاجية)

١ - مبيدات سابقة لإنبات بذور الأسبرجس:

● رونـد أب Rounup (جلايفوسـيت glyphosate)، أو جراماكسـون Gramaxone (باراكوات paraquat):

يمكن استعمال أى من هذين المبيديـن فـى قتـل بـذور الحشـائش النابتـة قبـل بـزوغ الأسبرجس. تجرى المعاملة قبل بـزوغ الأسـبرجس بمـدة لا تقـل عـن أسـبوع. لا يجـب استعمال الجراماكسـون فى الأراضى التى تقل فيها نسبة المادة العضوية عن ١٪.

● أميبين Amiben (كلورامبين Chloramben):

يمكن استعمال الأميبين بعد زراعة بذور الأسبرجس ولكن قبل بزوغ بادراته. تتطلـب المعاملة الرى بالرش بنحو ١٥٠م^{3} ماء للهكتار (حوالى ٦٣م^{3} للفدان) لكى يتخلل المبيد فى التربة.

● لوروكس Lorox (لنيرون linuron):

يستعمل اللوروكس قبل بزوغ بادرات الأسبرجس. ولأجل حماية بادرات الأســبرجس النابتة من المبيد يضاف نحو ١٥٠ كجم من الفحم المنشط للهكتار (٦٣ كجم للفـدان) فـى

شريط بعرض ٢,٥ سم فوق خط زراعة البذور. ولا يجب استعمال هذا المبيد فى الأراضى التى يقل محتواها من المادة العضوية عن ١٪. كذلك يلزم الرى بالرش بعد المعاملة بالمبيد بمعدل ٦٣م^{٣} ماء للفدان.

كذلك يمكن استعمال اللوروكس كمبيد تال لإنبات البذور سواء أكانت بذور الحشائش، أم الأسبرجس، لكن يجب ألا يقل طول نباتات الأسبرجس عن ١٥ سم وقت المعاملة، كما يجب ألا تكون تحت ظروف شد رطوبى وإلا احترقت أطراف نمواتها من جراء المعاملة. كذلك يجب عدم خلط اللوروكس مع أى مبيد حشائش آخر أو أى مادة ناشرة وإلا فقد خاصيته الاختيارية. ويفيد رى الحقل بالرش بنحو ٦٣م٣ من مياه الرى للفدان – بعد ٢–٣ أيام من المعاملة – فى تحريك المبيد فى التربة؛ وبذا .. يمكن الاستفادة منه – كذلك – فى التخلص من الحشائش التى لم تنبت بعد بالإضافة إلى فائدته فى التخلص من الحشائش التى تكون قد أنبتت بالفعل. ويراعى تجنب رش اللوروكس مباشرة على النموات الهوائية للأسبرجس، حيث يستعمل حاجز حولها لهذا الغرض.

ثانياً: فى حالات الزراعة بشتل الباورات

عند استعمال شتلات بعمر ١٠–١٢ أسبوعًا فى الزراعة فإنه يمكن استعمال اللوروكس بالطريقة ذاتها التى أسلفنا بيانها، شريطة ألاّ يقل طول النباتات عند استعمال المبيد عن ١٥ سم.

ثالثاً: فى حالات الزراعة بشتل التيجان

١ – مبيدات سابقة للإنبات:

- الكارمكس Karmex (دايورون diuron):

يمكن استعمال الكارمكس فى مكافحة الحشائش شريطة أن تكون تيجان الأسبرجس مغطاة بطبقة من التربة لا يقل سمكها عن ٥ سم، وألا يقل محتوى التربة من المادة العضوية عن ٢٪ وتتطلب المعاملة الرى بالرش بمعدل حوالى ٦٣م^{٣} للفدان فى خلال ١٤ يومًا من إضافة المبيد بهدف تحريكه فى التربة.

● رونـد أب Roundup (جلايفوسـيت)، أو الجراماكسـون Gramaxone (بـاراكوات paraquat):

يمكن استخدام أى من هذين المبيدين فى التخلص من جميع الحشـائش التـى تظـهر قبل ظهور النموات الجديدة للأسـبرجس. كذلك يمكن خلط الكارمكس مع أى منهما فـى تلك المرحلة.

٢ – مبيدات تالية للإنبات:

يستخدم لأجل ذلك المبيد لوروكس بالكيفية ذاتها التى أسلفنا بيانها.

رابعًا: فى الحقول الإنتاجية بداية من العام الثانى للزراعة

١ – المبيدات السابقة للإنبات:

يُعنى بسبق الإنبات الفترة التى تسبق بزوغ النموات الجديـدة للأسـبرجس بعـد فـترة السكون، ويتطلب الأمر خلط هذه المبيدات فى التربة إما بالحراثة، وإما بالرى بالرش.

ومن أهم المبيدات السابقة للإنبات ما يلى:

● اللوروكس .. وقد أسلفنا الإشارة إلى كيفية استخدامه وشروط استخدامه.

● الكارمكس .. وقد أسلفنا – كذلك – بيان ظروف وكيفية استخدامه.

● السنكور Sencor والِلكسون Lexone (متريبوزين metribuzin):

يتعين استعمال هذين المبيدين قبل ظهور المهاميز بمالا يقل عن ١٤ يومًا.

● البرنسيب Princep (سيمازين simazine):

يتعين استعمال البرنسيب قبل ظهور المهاميز بما لا يقل عن ثلاثة أيام، ونظرًا لسرعة تحركه فى التربة فإنه لا يناسب الأراضى الرملية.

● الدفرينول Devrinol (نابروباميد napropamide):

يتعين خلط الدفرينول بالتربة (آليًا أو بالرى بالرش) فى خلال يوم واحد من إضافتـه فى الجو الحار، وفى خلال ٧–١٠ أيام فى الجو البارد، كما يجب أن تكـون المصـاطب ناعمة وخالية من كتل التربة (القلاقيل) وقت المعاملة.

● السنبار Sinbar (ترباسيل terbacil):

يعطى السنبار مكافحة جيدة للسعد بالإضافة إلى عديد من أنواع الحشائش الأخرى. يتعين ألا يقل محتوى المادة العضوية فى التربة التى تعامل بالسنبار عن ١٪، وألا تقل الفترة بين المعاملة بالمبيد والحصاد عن خمسة أيام.

● الترفلان Treflan (ترفيورالين trifuralin):

يجب خلط الترفلان جيدًا بالخمسة سنتيمترات السطحية من التربة.

● السوليكام Solicam (نورفلورازون norflurazon):

يتعين خلط السوليكام فى التربة بالرى بالرش بعد المعاملة، وهو يعطى مكافحة جيدة للسعد. وقد أوضحت دراسات Agamalian (١٩٦٦) أن استعمال النورفلورازون بمعدل ٨,٨ كجم من المادة الفعالة للهكتار (٣,٧ كجم للفدان) أدى إلى القضاء على السعد الأصفر *Cyperus esculentus* بنسبة ٧٢٪، و ٩٢٪، و ٩٩٪ فى الأعوام الثلاثة الأولى من المعاملة على التوالى، وبعد ذلك .. كان يكفى لاستمرار القضاء على السعد استعمال المبيد بمعدل ٤,٤ كجم للهكتار (١,٨٥ كجم للفدان).

٢ – المبيدات التالية للإنبات:

● اللوروكس:

يعطى اللوروكس مكافحة جيدة لحشائش الأسبرجس قبل وبعد ظهور المهاميز، ولكن يشترط ألا تقل الفترة بين المعاملة والحصاد عن ٢٤ ساعة. وبعد نمو السيقان الهوائية الخضراء يجب أن يكون توجيه محلول الرش نحو قاعدة النبات حتى لا تضار تلك النموات. ويشترط عدم خلط اللوروكس بأى مواد ناشرة أو مبيدات أخرى لكى لا يفقد خاصيته الاختيارية.

● الروند أب:

يمكن استعمال الروند أب بنجاح فى مكافحة حشائش الأسبرجس شريطة اتخاذ كافة الاحتياطات لمنع وصول رذاذ الرش إلى النموات الخضرية للأسبرجس أو سيقانه. وأفضل وقت للمعاملة هو بعد انتهاء آخر يوم من موسم الحصاد حينما يكون الحقل خاليًا تمامًا من النموات الهوائية للأسبرجس.

● الجراماكسون:

يستعمل الجراماكسون مثلما يستعمل الروند أب، ولكن استعماله يكون غالبًا إما قبل بزوغ المهاميز بمدة ستة أيام على الأقل (قبل بداية موسم الحصاد)، وإما بعد انتهاء الحصاد تمامًا وخلو الحقل من أى نموات هوائية للأسبرجس.

● الفيوزيليد Fusilade (فلوازيفوب–بيوتيل fluazifop-butyl):

ليس للفيوزيليد أى تأثيرات سامة على الأسبرجس، ويمكن رش نباتات الأسبرجس به فى أى مرحلة من نموها دون توقع أى مشاكل، وهو يفيد فى مكافحة حشيشة جونسون والنجيل وعديد من الحشائش الأخرى.

ومن التوصيات الأخرى لاستعمالات مبيدات الحشائش فى الأسبرجس، ما يلى:

● إذا كانت الحشائش الحولية كثيفة قبل ظهور المهاميز فإنه يمكن القضاء عليها (قبل أى ظهور للمهامين) بالرش بأحد الزيوت المناسبة، مثل Varsol، و Stoddard Solvent بمعدل حوالى ٤٠٠ لتر للفدان فى كل المساحة، أو بمعدل ١٠٠ لتر للفدان فوق خطوط الزراعة فقط (Klingman & Ashton ١٩٧٥).

● دالابون Dalapon (مثل داوبون Dawpon) .. ويستعمل فى نهاية موسم الحصاد، بمعدل ٥–١٠ كجم للفدان، ويفيد فى قتل الحشائش المعمرة.

● المبيد ٢، ٤–د 2,4-D .. ويستعمل بعد الحصاد أثناء موسم النمو الخضرى، بمعدل ٠,٥–١,٠ كجم للفدان، ويفيد فى التخلص من الحشائش العريضة الأوراق. يوجه محلول الرش نحو قاعدة النبات.

● جليوفوسيت Glyphosate (مثل روند أب Roundup وقد أسلفنا الإشارة إليه) .. ويستعمل بعد انتهاء موسم الحصاد مباشرة، أو قبله فى العام التالى، بمعدل ٠,٧٥–١,٥ كجم للفدان، ويفيد فى التخلص من بعض الحشائش الحولية والمعمرة. يراعى عدم تعريض النمو الخضرى للهليون لمحلول الرش.

● متريبيوزين Metribuzin (مثل سنكور Sencor) .. ويستعمل فى الربيع قبل ظهور المهاميز الجديدة، بمعدل ٠,٥–١,٠ كجم للفدان، ويفيد فى مكافحة الحشائش العريضة

الأوراق. ويراعى أن يكون استعماله قبل بداية الحصاد بمدة لا تقل عن أسبوعين.

● باراكوات Paraquat (مثل المبيد باراكوات) .. ويستعمل قبل ظهور المهاميز الجديدة في الربيع، بمعدل ٠,٢٥-٠,٥ كجم للفدان، ويفيد فى مكافحة الحشائش الحولية الحديثة الإنبات. يراعى الانتظار لحين إنبات الحشائش قبل المعاملة بالمبيد.

● سيمازين Simazine (مثل برينسب Princep). ويستعمل فى الربيع قبل ظهور المهاميز الجديدة، بمعدل ١-٢ كجم للفدان، ويفيد فى مكافحة الحشائش الحولية. يلاحظ أنه قد يضر بنبات الأسبرجس فى الأراضى الخفيفة (Lorenz & Maynard ١٩٨٠).

الرى

على خلاف النباتات العريضة الأوراق، فإن الذبول لا يشاهد على نباتات الأسرجس التى تتعرض لنقص فى الرطوبة الأرضية، ويرجع ذلك إلى أن الأوراق الحقيقية للأسبرجس حرشفية، وأن سيقانه الخضرية إبرية. ولذا .. فقد ساد الاعتقاد بأن الأسبرجس يتحمل ظروف الجفاف، وهو بالفعل كذلك من حيث القدرة على البقاء، إلا أن زيادة الرطوبة الأرضية إلى مستوى السعة الحقلية تُحسن من النمو النباتى فى المشاتل والحقول الإنتاجية وتؤدى إلى زيادة محصول المهاميز.

ويؤدى نقص الرطوبة الأرضية خلال فترة النمو الخضرى إلى ضعفه، ونقص إنتاج المواد الكربوهيدراتية وتخزينها، وخفض إنتاج البراعم وصغر أحجامها؛ وبالتالى نقص محصول المهاميز فى العام التالى.

يزداد عدد جذور الأسبرجس اللحمية والليفية خطيًا مع زيادة معدلات الرى، وبالعكس .. فإن الشد الرطوبى يقلل أعداد الجذور؛ الأمر الذى يمكن أن يؤثر سلبيًا على القدرة الإنتاجية للمزرعة على المدى الطويل (Drost ١٩٩٩).

تزداد كمية مياه الرى التى تُعطاها حقول الأسبرجس مع زيادة تعمق جذورها فى التربة لأن الجذور لا يمكنها الامتصاص إلا عند تواجدها فى تربة رطبة، كما أنها لا تستفيد من الرطوبة التى تتواجد فى طبقات التربة التى لم تصل إليها.

وعمومًا .. يعد الرى بما يعادل ١,٢ مـرة النتح والتبخـر evapotranspiration كافيًـا لإمداد نباتات الأسبرجس بحاجتها من المياه.

ومن أهم مضار زيادة الرطوبة الأرضية عما ينبغى، ما يلى:

١ – ضعف النمو بسبب غياب الأكسجين فى التربة.

٢ – زيـادة القابليـة للإصابـة بالفطريـات التـى تعيـش فـى التربـة، وخاصـة فطـرا الفيتوفثورا والفيوزاريم.

٣ – فقد العناصر من التربة مع المياه التى تفقد بالرشح.

٤ – تشقق المهاميز طوليًا بسبب زيادة أحجام خلاياها الداخلية.

هذا .. ولا يناسب الأسبرجس إجراء الـرى بطريقـة الـرش لأنـه يعمـل علـى انتشـار الإصابة بمرض الصدأ الذى يسببه الفطر *Puccinia asparagina*، وكذلك معظم الأمراض الأخرى للنموات الخضرية (عن Drost ١٩٩٧).

وعمومًا .. تروى حقول الأسبرجس بعد الشـتل أو زراعـة التيجـان مباشـرة؛ لتثبيـت التربة حول الجذور، ولمنع جفاف الشتلات، ويراعى توفر الرطوبة الأرضية بصفة دائمـة بعد ذلك إلى أن يبدأ ظهور المهاميز الجديدة، ثم يكون الرى بعد ذلك حسـب الحاجـة، مع عدم تعريض النباتات للجفاف. ورغم أن الأسبرجس يعـد مـن الخضـر التـى تتحمـل ظروف الجفاف .. إلا أن النباتات الصغيرة تكون فى أعلى معدلات نموهـا عندمـا تكـون الرطوبة الأرضية قريبة من السعة الحقلية؛ مما يدل على أن الـرى المنتظم ضـرورى فـى مزارع الأسبرجس الحديثة (Wilcox-Lee ١٩٨٧).

أما فى السنوات التالية .. فإن رى مـزارع الأسـبرجس يبـدأ عـادة فـى شـهر ينـاير وأوائل فبراير، ويراعى وصول ماء الرى إلى العمـق الـذى يمتـد إليـه النمـو الجـذرى فـى التربة، وهو الأمر الذى يتوقف على عمر المزرعة.

هـذا .. إلاّ أن الرى لا يكـون – عـادة – ضروريًـا خـلال موسـم الحصـاد نظـرًا لقلـة حاجة النبات للماء خلال تلك الفترة، فضلاً عن أن الرطوبة تعمـل علـى تـبريد التربـة؛ مما يؤدى إلى بطء المهاميز ونقص المحصول. هـذا إلاّ أن نقـص الرطوبـة الأرضيـة خـلال تلك الفترة يمكن أن يؤدى إلى قلة عدد مرات الحصاد؛ ممـا يـؤدى إلى نقـص المحصـول

كذلك. وقد يفيد الرى خلال تلك الفترة فى تثبيت التربة وحماية المهاميز النامية من الرمال التى تثيرها الرياح، وفى تبريد التربة خلال الجو الحار.

ولا تروى نباتات الأسبرجس عادة شتاءً، أو تروى رية خفيفة واحدة شهريًا، ولا يخشى عليها من ذلك؛ لأنها تكون فى حالة سكون، كما أن جذور الأسبرجس لحمية تختزن الماء بالإضافة إلى الغذاء، وتتعمق فى التربة.

ويوصى فى نهاية كل موسم بإعطاء رية غزيرة تكفى لغسيل الأملاح التى تكون قد تراكمت من الريات السابقة.

التسميد

يراعى الاهتمام بتوفير عنصرى الفوسفور والبوتاسيوم – فى منطقة نمو الجذور – قبل الزراعة لأنهما لا يتحركان كثيرًا فى التربة، وتؤدى محاولة توصيلهما إلى منطقة نمو الجذور بعد الزراعة إلى الإضرار بها.

يراعى تخطيط عملية تسميد الأسبرجس على أساس أن محصول المهاميز يتوقف على الغذاء المخزن فى الجذور من العام السابق؛ لذا فإن المحصول يتوقف على مدى العناية التى تكون قد أعطيت للحقل خلال موسم النمو السابق، خاصة ما يتعلق منها بعملية التسميد.

هذا .. وقد يفيد تحليل النموات الهوائية – خلال منتصف مرحلة النمو الخضرى – فى التعرف على مدى حاجة النباتات إلى التسميد، حيث تكون مستويات النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم فى العشرة سنتيمترات الطرفية من النموات الحديثة – فى حالتى نقص، وكفاية العناصر – على النحو التالى:

العنصر	مستوى النقص	مستوى الكفاية
النيتروجين (NO_3 بالجزء فى المليون)	١٠٠	٥٠٠
الفوسفور (PO_4 بالجزء فى المليون)	٨٠٠	١٦٠٠
البوتاسيوم (K كنسبة مئوية)	١	٣

وعلى الجانب الآخر، فإنه على الرغم من اختلاف منتجى الأسبرجس كثيرًا فى برامجهم السمادية، فإن نتائج تحليل العناصر فى النموات الهوائية لا تختلف كثيرًا بينهم. كذلك لا توجد علاقة وثيقة بين تحليل العناصر فى التربة وفى النموات الهوائية، لكن العلاقة وثيقة بين تحليل العناصر فى التربة وفى الجذور. ولذا .. يُقترح الاستفادة من تحليل الجذور – وليس النموات الهوائية – فى تحديد الاحتياجات السمادية للنبات.

وتمتص نباتات الأسبرجس التى تنتج نحو ٤ أطنان من المهاميز/فدان كميات العناصر (بالكيلوجرام للفدان) كما يلى (عن Drost ١٩٩٧).

الجزء النباتى	النيتروجين	P_2O_5	K_2O
المهاميز	١٢	٥	١٧
الجذور الخازنة، والتاج، والنموات الهوائية	١٣٥–١٨٠	٤٥–٦٨	٩٠–١٣٥

يجب توفر العناصر السمادية لنباتات الأسبرجس خلال موسم النمو الخضرى، مع توزيع كميات الأسمدة الموصى بها على دفعات صغيرة تزداد تدريجيًا خلال الموسم. وتقدر الكميات الموصى بها بنحو ١١٠–١٦٥ كجم من كل من النيتروجين (N) والبوتاسيوم (K) للهكتار (حوالى ٤٥–٦٠ كجم N، و ٥٥–٨٣ كجم K_2O للفدان). أما الفوسفور .. فإن الاعتماد يكون أساسًا على الكميات الكبيرة التى أضيفت منه إلى التربة قبل الزراعة، ولكن تفيد إضافة حوالى ٤٥ كجم P_2O_5 للفدان (٣٠٠ كجم سوبر فوسفات).

تضاف كميات الأسمدة إما إلى جانب النباتات مع تغطيتها جيدًا بالتربة فى حالة الرى بالغمر، وإما فى صورة ذائبة مع ماء الرى فى حالة الرى بالتنقيط.

هذا .. ويعد الأسبرجس من محاصيل الخضر ذات الاحتياجات العالية من البورون، والتى يجب تسميدها بهذا العنصر فى حالة نقصه فى التربة. ويستعمل لذلك مركب البوراكس، بمعدل حوالى ٥–١٠ كجم للفدان.

قلب النموات الهوائية القديمة فى التربة

لا تجوز إزالة النموات الهوائية وهى مازالت خضراء؛ لأن ذلك يعنى فقدان جزء كبير من المادة الغذائية المصنعة التى تنقل إلى الجذور قبل موت الأجزاء الهوائية للنبات. كما لا يجوز حرق هذه النموات بقصد التخلص من جراثيم الأمراض، خاصة مرض الصدأ، لأن ذلك يعنى فقدان جزء كبير من المادة العضوية التى يمكن إضافتها إلى التربة إلى عمق لا يزيد عن ٨-١٠ سم حتى لا تضار التيجان. لذا .. يفضل ترك النموات الهوائية حتى الربيع، ثم قلبها فى التربة، مع إضافة جزء من السماد الآزوتى معها؛ لكن لا يؤدى تحللها إلى نقص مؤقت فى آزوت التربة، وهو الأمر الذى يحدث عادة أثناء تحلل المادة العضوية نتيجة استهلاكه من قبل الكائنات الدقيقة التى تتكاثر وتزدهر أثناء عملية التحلل.

وفى محاولة لإزالة النموات الهوائية للأسبرجس قبل شيخوختها بهدف التخلص مما يوجد بها من إصابات بفطر *Stemphylium vesicarium* .. وجد أن ذلك الإجراء أدى – عند إجرائه مبكرًا – إلى نقص المحصول فى السنوات التالية (Kelly & Bai ١٩٩٩).

تقنية مزارع الساق الأمية

إن المبدأ الأساسى فى تقنية مزارع الساق الأمية mother stalk culture هو السماح بنمو ٣-٥ سيقان هوائية بكل نبات لتقوم بعملية البناء الضوئى، بينما تحصد المهاميز المجاورة. ويسمح بنمو سيقان هوائية جديدة كل حوالى ٣-٤ شهور مع دخول السيقان السابقة مرحلة الشيخوخة. تسمح تلك التقنية بزيادة المحصول، مع استمرار الحصاد لفترة طويلة، وخاصة فى المناطق الاستوائية المماثلة لظروف تايوان التى استحدثت فيها تلك التقنية.

وقد سمحت تقنية مزارع الساق الأمية – وهى التى تنمو فيها المهاميز جنبًا إلى جنب مع سيقان أخرى هوائية نشطة فى عملية البناء الضوئى – سمحت بإنتاج مهاميز أكبر وزنًا عن تلك التى أنتجت بالطريقة التقليدية. كذلك تساوى وزن تيجان النباتات التى تم حصادها بتلك الطريقة لمدة ١٢ أسبوعًا مع وزن تيجان النباتات التى لم تحصد فيها

المهاميز، بينما نقص وزن التيجان جوهريًّا بعد فترة مماثلة من الحصاد دون تواجد لنموات خضرية.

كذلك أدى توفير الرطوبة الأرضية بصورة منتظمة إلى زيادة محصول المهاميز المنتجة بطريقة مزارع الساق الأمية جوهريًا، وإلى زيادة الوزن الجاف للنموات الخضرية، ولكن دون التأثير على الوزن الجاف للتيجان (Reiners & Garrison ١٩٩٩).

الإنتاج الصيفي للأسبرجس

يصل البناء الضوئي في سيقان الأسبرجس الهوائية إلى أقصى معدلاته بعد نحو ثلاثة شهور من بدء تكوين النموات، التي تنخفض كفاءتها التمثيلية Net Assimilation Rate إلى أقل مستوى لها بعد نحو شهرين آخرين؛ ويعني ذلك أن الإبقاء على النموات الخضرية لمدة تزيد عن خمسة شهور يؤثر سلبيًّا على تخزين الغذاء، وقوة النمو النباتي، والمحصول، وقدرة النباتات على البقاء، وعمر المزرعة. ويفيد قطع النموات الخضرية صيفًا (الأمر الذي يسمح بإعطاء محصول جيد من المهاميز خلال الصيف فيما يعرف باسم summer forcing) إلى التخلص منها عند بداية انخفاض كفاءتها في البناء الضوئي؛ مما يسمح بزيادة قوة النمو النباتي وزيادة عمر المزرعة عما في حالة الحصاد الربيعي فقط. وقد بلغت نسبة موت النباتات بعد سنوات عديدة من الحصاد الصيفي حوالي ٣٠٪، مقارنة بنحو ٥٤٪ في الحصاد الربيعي. وتعطي إزالة النموات الخضرية صيفًا مهاميز جديدة لمدة قصيرة – عادة – لا تتعدى ١٠ أيام بعد إزالة النموات الخضرية، وذلك مقارنة بفترة ممتدة للحصاد تتراوح بين ٢، و ٣ أسابيع في الحصاد الربيع (Dufault ١٩٩٥، وعن Dufault ١٩٩٩).

وتؤكد دراسات Dufault (١٩٩٩) في ولاية كارولينا الجنوبية الأمريكية أن عملية الـ summer forcing تؤدي إلى إنتاج محصول مقبول اقتصاديًّا بصورة دائمة مع زيادة عمر المزرعة مقارنة بمختلف الطرق الأخرى في الإنتاج، مثل: الحصاد الربيعي، وتقنية مزارع سيقان الأمهات mother stalk culture الربيعية، والربيعية والصيفية، والصيفية؛ ذلك لأن النموات الخضرية كانت تُزال في الوقت الذي تنخفض فيه قدرتها على القيام بعملية البناء الضوئي.

إنتاج الأسبرجس الأبيض

ينتج الأسبرجس الأبيض بحجب الضوء عن المهاميز حتى حصادها، مع تجنب تعريضها للضوء لفترات طويلة بعد الحصاد كذلك. ولا يختلف إنتاج الأسبرجس الأبيض عن الأسبرجس الأخضر العادى إلاّ فيما تتطلبه عملية حجب الضوء عن المهاميز. ويزيد الطلب على الأسبرجس الأبيض فى أوروبا واليابان عما فى الولايات المتحدة، وذلك بسبب مذاقه الخاص، إلاّ أن الطب عليه بدأ يقل فى أوروبا - كذلك - لصالح الطلب على الأسبرجس الأخضر؛ أما فى الولايات .. فإن الأسبرجس الأخضر هو المفضل حاليًّا.

هذا .. ولا تؤثر عملية التبييض على المحصول الكلى، وإن كانت تحدث زيادة طفيفة فى وزن المهماز الواحد، ونقصًا طفيفًا فى عدد المهاميز المنتجة من كل نبات، كما تحدث نقصًا كبيرًا فى محتوى المهاميز من فيتامين أ.

وتجرى عملية تبييض الأسبرجس بإحدى الطرق التالية:

١ - تكويم التربة فوق خطوط الزراعة:

إن الطريقة التقليدية لإنتاج الأسبرجس الأبيض تجرى بتكويم التربة فوق خط الزراعة بارتفاع حوالى ٢٥-٣٠ سم قبل بداية نمو المهاميز فى الربيع، مع إعادة بنائها كل ثلاثة أسابيع لأنها تتهدم عند إجراء عملية الحصاد. ويجرى الحصاد بمجرد بدء تشقق التربة فوق القمة النامية للمهماز، وذلك بدفع سكين ذى يد طويلة فى التربة، وقطع المهماز قبل تعرضه للضوء. وتجب إزالة هذه "البتون" فى نهاية موسم الحصاد.

٢ - استعمالات الأنفاق البلاستيكية المنخفضة السوداء:

ينتج الأسبرجس الأبيض حاليًّا تحت أنفاق بلاستيكية منخفضة سوداء اللون لا تفتح إلاّ عند الحصاد فقط، ويستخدم فيها بلاستيك بسمك ١٠٠ ميكرون، علمًا بأن البلاستيك الذى يبلغ سمكه ٣٥-٤٠ ميكرون لا يحجب الضوء جيدًا. ويكون البلاستيك المستخدم بعرض ١٢٠ سم، ويكفى ذلك لتغطية الأنفاق التى يكون ارتفاعها ٣٥ سم، وتثبت على أقواس سلكية مجلفنة بطول متر تغرس من جانبيها فى التربة إلى عمق ١٠ سم.

تجدر الإشارة إلى أن استعمال تلك الأنفاق البلاستيكية يرفع الحرارة ليلاً بمقدار حوالى ١-١,٥°م فقط، بينما يمكن أن يرفعها نهارًا بدرجة عالية. ولذا .. فإن هذه الطريقة تناسب الأصناف الأكثر تحملاً للحرارة المرتفعة، مثل أصناف كاليفورنيا.

ويفيد استعمال الأنفاق فى المناطق التى تتعرض للعواصف الرملية خلال فترة إنتاج المهاميز - كما هو الحال فى فصل الربيع فى مصر - نظرًا لأن ضرب المهاميز الغضة بحبيبات الرمل يؤدى إلى تجريحها.

ومن المزايا الأخرى لاستعمال البلاستيك الأسود أن المهاميز تكون أقل سرعة فى النمو، وأكثر سمكًا، وأن قمة المهاميز تكون أكثر اندماجًا عما يكون عليه الحال فى المهاميز الخضراء.

٣ - استعمال البيوت البلاستيكية المنخفضة السقف السوداء:

كبديل للأقبية البلاستيكية المنخفضة السوداء .. استعمل Strombom (١٩٩٤) فى إنتاج الأسبرجس الأبيض بيوتًا بلاستيكية صغيرة تحتوى كل منها على خطين من النباتات وتسمح بالوقوف بداخلها مع تغطيتها بالبلاستيك الأسود، ولكنها كانت مكلفة، حيث تطلبت تغطية تكاليف الإنتاج فقط محصولاً تراوح بين ١١٣٥، و ٢٢٧٠ كجم للفدان.

الفصل الثالث

فسيولوجى الأسبرجس

مراحل النمو النباتى الجذرى والخضرى

إنبات البذور

يتحول مخزون البذور من الغذاء أثناء إنباتها إلى مركبات ذائبة تنتقل إلى كل من الجذير والريشة. يكون الجذير هو أول ما يظهر من الغلاف البذرى، وبعد أن يصل طوله إلى ٠,٥-١,٥ سم يبدأ ظهور الساق الأولية. يستمر عضو الامتصاص بالجنين ملامسًا للإندوسبرم لعدة أسابيع يزداد أثناءها فى الحجم، ويصبح فى نهاية الأمر عضوًا كبيرًا اسفنجيًا قد يملأ البذرة كلها. ويتوقف الوقت الذى تستغرقه عملية الإنبات على توفر الرطوبة الأرضية والأكسجين، وعلى قوام التربة ودرجة حرارتها؛ حيث تزداد سرعة الإنبات بين ٢٥، و ٣٠°م، بينما يكون شديد البطء على ٢٠°م (عن Jones & Roza ١٩٢٨).

النمو الجذرى والخضرى وتكوين البراعم بالتيجان

نادرًا ما يزيد طول الجذر الأولى عن ١٢-١٥ سم، والساق الأولية عن ١٠-١٢ سم؛ فكلاهما أعضاء مؤقتة ويموتان قبل نهاية الموسم بفترة طويلة. هذا بينما تتكون الجذور اللحمية بأعداد كبيرة خلال السنة الأولى من النمو. كذلك تتكون الفروع الهوائية التى يكون كل فرع جديد منها أطول من سابقة، وذلك بسبب الزيادة التدريجية التى تحدث فى مخزون الغذاء. كذلك قد تتعمق الجذور مع نهاية الموسم الأول للنمو (فى المشاتل) لنحو ٤٥ سم.

وتُنتج براعم الأسبرجس بانتظام عند قواعد السيقان الهوائية طوال موسم النمو النباتى وحتى أوج النمو الخضرى، كما أن البراعم الصغيرة التى تتميز متأخرة خلال موسم النمو يمكن أن تزداد فى الحجم خلال موسم الحصاد التالى.

تنشأ المهاميز من تلك البراعم، وترتبط أحجامها بحجم البراعم التى نشأت منها. وعادة .. تتباين أحجام البراعم بدرجة أكبر من تباين أعدادها.

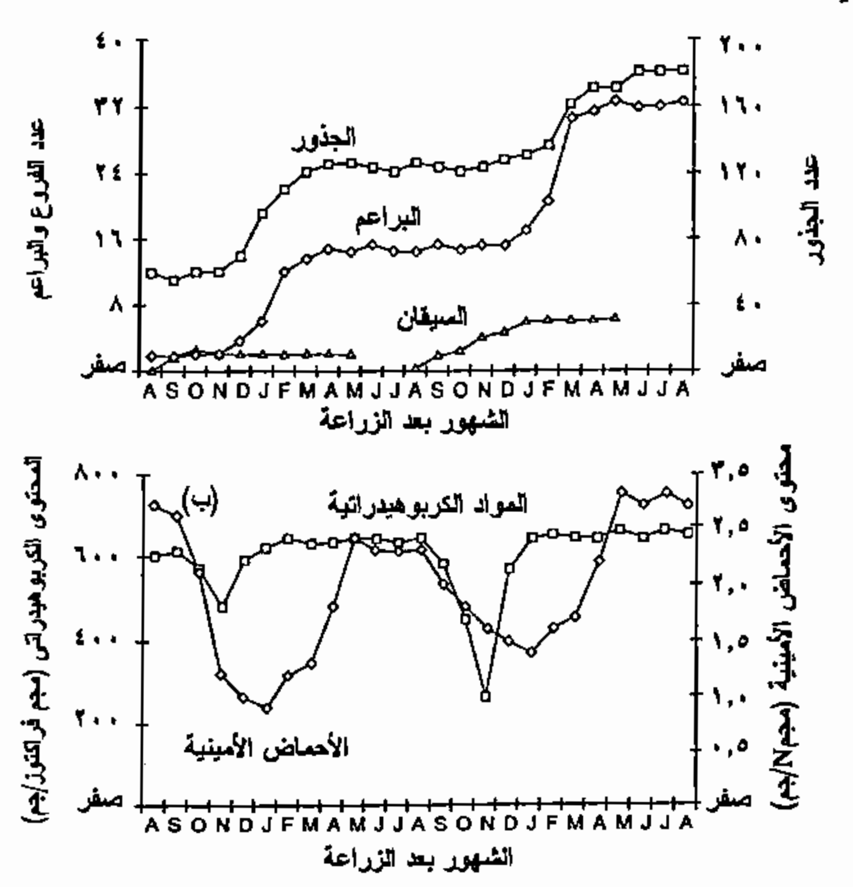
ويبين شكل (٣-١) التغيرات التى تحدث فى الأعداد المتكونة من كل من الجذور والبراعم والسيقان، وكذلك فى محتوى الجذور من كل من المواد الكربوهيدراتية والأحماض الأمينية خلال الـ ٢٤ شهرًا الأولى بعد زراعة الأسبرجس. يلاحظ من الشكل حدوث زيادة مستمرة فى الأعداد المتكونة من كل من الجذر، والبراعم والسيقان، وخاصة خلال الفترة من نوفمبر إلى أبريل من كل عام، بينما يحدث انخفاض شديد فى محتوى الجذور من المواد الكربوهيدراتية فى بداية هذه الفترة، وفى الأحماض الأمينية على امتداد الفترة كلها. وتجدر الإشارة إلى أن هذه الدراسة أجريت فى نيوزيلندا – وهى تقع فى نصف الكرة الأرضية الجنوبى – حيث تكون الفترة من نوفمبر إلى أبريل فيها مقابلة – من حيث الظروف الجوية (حرارة وضوء) – للفترة من مايو إلى أكتوبر فى نصف الكرة الأرضية الشمالى.

البناء الضوئى

إن جميع الأنسجة الخضراء فى نبات الأسبرجس تعد قادرة على القيام بعملية البناء الضوئى، ولكن بدرجات متفاوتة. وتعتبر السيقان الهوائية الإبرية المتحورة إلى أوراق (الـ cladophylls) هى الموقع الرئيسى لعملية البناء الضوئى، حيث إنها تشكل معظم المسطح النباتى. وبالمقارنة بالنموات الخضرية الهوائية، فإن المهاميز ينخفض محتواها الكلوروفيللى، وتقل فيها كثافة الثغور؛ مما يحد من قدرتها على تثبيت ثانى أكسيد الكربون إلى أن تتكون منها السيقان الخضرية. وعلى الرغم من ذلك فإن المهاميز تكون – عادة – قادرة على تثبيت حوالى ٥٠٪ إلى ١٠٠٪ مما تنتجه من ثانى أكسيد كربون بالتنفس.

وتعد الكفاءة التمثيلية Net Assimilation Rate لنبات الأسبرجس منخفضة مقارنة بغيره من الخضروات، وهى تزداد مع ازدياد تكوّن السيقان الخضرية، ثم تنخفض مع دخول السيقان المتكونة فى مرحلة الشيخوخة؛ الأمر الذى يحدث فى نهاية فصل الصيف وخلال الخريف فى المناطق الشمالية الباردة. أما فى المناطق الاستوائية، فإن

شيخوخة وموت النموات الهوائية يلغى سيادتها القمية على البراعم الأخرى التى يستمر نموها على مدار العام؛ مما يسمح باستمرار عملية البناء الضوئى بمعدلات عالية.



شكل (٣-١): التغيرات التى تحدث فى (أ) أعداد الجذور والبراعم والسيقان، و(ب) محتوى الجذور من المواد الكربوهيدراتية، وذلك خلال العامين الأوليين من زراعة الأسبرجس فى نيوزيلندا بنصف الكرة الأرضية الجنوبى. ترمز الحروف الهجائية الإنجليزية إلى شهور السنة من يناير J إلى ديسمبر D، ومع تكرار J لكل من يونيو، ويوليو، وتكرار M لكل من مارس ومايو (عن Drost ١٩٩٧).

ويزداد معدل البناء الضوئى فى الأسبرجس بزيادة شدة الإضاءة، وتبلغ شدة الإضاءة التى يتساوى فيها البناء الضوئى مع الفاقد الكربونى بالتنفس (light compensation point) ١٥–٣٠ ميكرومول/م^{2}/ثانية، بينما تتراوح نقطة التشبع الضوئى

(light saturation) بين ٢٠٠، و ٤٥٠ ميكرومول/م٢/ثانية. ويلاحظ أن كلا النقطتين منخفضتان؛ مما يجعل الأسبرجس متشابهًا فى بعض خصائصه مع النباتات التى تتحمل التظليل. وجدير بالذكر أن الأعداد الهائلة من السيقان الإبرية المتحورة إلى أوراق (الـ cladaphylls) لا يصلها ضوء الشمس المباشر، ولكن بسبب خاصية انخفاض نقطة تشبعها الضوئى، فإنها تقوم بعملية البناء الضوئى بأقصى طاقتها حتى وإن لم يصلها ضوء الشمس المباشر (عن Drost ١٩٩٧).

كذلك يزداد التمثيل الكربونى فى النموات الهوائية للأسبرجس بانتظام مع زيادة عدد ساعات التعرض للضوء حتى حوالى الثالثة والنصف بعد الظهر. ويقدر معدل تمثيل الجلوكوز بين ١٨، و ٣٣ مجم/جم وزن طازج من السيقان الإبرية الخضراء (الـ cladophylls). هذا إلاّ أن معدل البناء الضوئى (معبرًا عنه بالوزن الطازج لناتج تثبيت ثانى أكسيد الكربون) يتوقف على عمر السيقان الإبرية الخضراء، ففى بداية تكوينها – بعد حوالى شهر من بزوغ المهماز – يكون المعدل ٤٨,٩ مجم/جم/ساعة، ثم يزداد المعدل تدريجيًا ليصل إلى قمته (٦٥,٣ مجم/جم/ساعة) بعد حوالى شهر آخر، ويلى ذلك انخفاضه حتى يصل إلى حوالى ٨,٦/مجم/جم/ساعة عند دخول النموات الهوائية فى مرحلة الشيخوخة. وتجدر الإشارة إلى أن ثانى أكسيد الكربون المثبت بالبناء الضوئى يقل عما يفقد بالتنفس ليلاً فى بداية تكوين الأوراق الإبرية الخضراء (١٧ ميكرومول ثانى أكسيد كربون/ساعة/مجم كلوروفيل مقابل ٢٦,٣ ميكرومول، على التوالى)، بينما يحدث العكس (٢٠,٩ ميكرومول ثانى أكسيد الكربون/ساعة/مجم كلوروفيل مقابل ١١,٧ ميكرومول، على التوالى) فى النموات الخضرية المكتملة التكوين (عن Bai & Kelly ١٩٩٩).

وفى دراسة أجريت على ثمانية تراكيب وراثية من الأسبرجس قيس فيها معدل البناء الضوئى بداية من وقت اكتمال تكوين النموات الخضرية فى يوليو إلى حين شيخوختها فى أواخر سبتمبر .. تراوح معدل البناء الضوئى بين ١٥,٦٧، و ٢٧,٧٩ ميكرومول/م٢/ثانية، وظهرت اختلافات جوهرية بين الأصناف، كما وجدت ارتباطات جوهرية بين معدل البناء الضوئى وكل من المحصول وكتلة الورقة (الساق المتحورة) الخاصة specific leaf mass. وقد اقترح أن صفة كتلة الورقة الخاصة يمكن الاعتماد

عليها فى انتخاب التراكيب الوراثية ذات القدرة العالية على البناء الضوئى. وظهرت تغيرات يومية فى معدل البناء الضوئى كانت مرتبطة بالتغيرات اليومية فى درجة توصيل الثغور. كما وجد فى دراسات أخرى سابقة أن معدل البناء الضوئى كان فى أوجه خلال شهرى يوليو وأغسطس ثم انخفض بشدة فى سبتمبر مع دخول النموات الهوائية فى مرحلة الشيخوخة (Bai & Kelly ١٩٩٩).

هذا .. ويبلغ البناء الضوئى أعلى معدل له فى حرارة ٢٠ْم، ثم ينخفض بشدة بارتفاع الحرارة عن ذلك (عن Drost ١٩٩٧).

تخزين الغذاء

يقوم الأسبرجس – كغيره من نباتات العائلة الزنبقية بتخزين المواد الكربوهيدراتية على صورة فروكتانات fructans (وهى سكريات تعطى فراكتوز عند تحللها). وتحتوى الجذور المتشحمة – فى المتوسط – على حوالى ٣٥–٤٠٪ سكريات غير مختزلة، و ٥–٧٪ سكريات مختزلة، و ٣–٤٪ نشا. وبينما يقوم النبات بتصنيع السكروز والجلوكوز والفراكتوز، فإن تمثيل الفروكتانات لا يبدأ إلاّ بعد وصولها إلى الجذور. ويمكن إجمالاً القول بأن المواد الكربوهيدراتية المخزنة فى الجذور عبارة عن مواد عديدة التسكر تتكون من ١٠٪ جلوكوز، و ٩٠٪ فراكتوز، وذات وزن جزيئى لا يزيد عن ٤٠٠٠.

ويلاحظ أن محتوى الجذور اللحمية من المواد الكربوهيدراتية ينخفض ببطء خلال فترة الحصاد نظرًا لاستعمال السكريات فى نمو المهاميز. وبعد انتهاء الحصاد – عند بداية تكوين السيقان الهوائية – ينخفض المحتوى الكربوهيدراتى بشدة، ولكن بعد تكون النموات الخضرية يرتفع المحتوى الكربوهيدراتى سريعًا ويصل إلى مستوياته السابقة للحصاد حوالى منتصف إلى نهاية فصل الصيف. ويلاحظ أحيانًا حدوث تقلبات بسيطة فى محتوى الجذور اللحمية من المواد الكربوهيدراتية خلال فصل الصيف؛ الأمر الذى يرجع إلى ظهور نموات خضرية جديدة تحتاج فى مبدأ تكوينها إلى مواد كربوهيدراتية تحصل عليها من الجذور. ومع دخول النموات الهوائية فى مرحلة الشيخوخة خلال فصل الخريف (فى المناطق الباردة) تنخفض تدريجيًّا إمدادات المواد الكربوهيدراتية إلى الجذور إلى أن تتوقف تمامًا بموت النموات الخضرية. وخلال فترة

السكون يحدث تحلل جزئى للفروكتونات إلى سكروز؛ الأمر الذى يعد إشارة للبراعم تدفعها للنمو عند ارتفاع درجة الحرارة فى الربيع (عن Drost ١٩٩٧).

وتبين من دراسات أجريت على مزارع أسبرجس بعمر سنتين وست سنوات أن محتوى الجذور الخازنة من المواد الكربوهيدراتية التى تذوب فى الكحول كان أقل ما يمكن، بينما كان محتواها من السكريات المختزلة أعلى ما يمكن فى الربيع، أى فى فترة النمو النباتى النشط، وتميزت النباتات ذات العامين بفترة أخرى من المستوى العالى من السكريات المختزلة فى يناير، وهى فترة سكون النباتات. أما محتوى الجذور من المادة الجافة فقد بلغ أقصاه (٢٤,٠-٢٤,٨٪) فى النباتات ذات العامين فى الشتاء وبداية الربيع، وأدناه (١٤,٠٪) فى أواخر الربيع (Dogras & Itskos ١٩٩٢).

وقد درست التغيرات التى تحدث فى مستوى المواد الكربوهيدراتية على امتداد العام فى جذور صنفين من الأسبرجس - هما: UC 157، و Junon - تحت ظروف الشتاء المعتدل البرودة، وكانت النتائج كما يلى:

١ - أثناء الخريف (خلال أغسطس وسبتمبر) حينما دخلت النموات الخضرية مرحلة الشيخوخة، وخلال الشتاء التالى (نوفمبر إلى فبراير) أظهرت الجذور نقصًا جوهريًّا ثابتًا فى مستوى الفروكتان fructan فى كلا الصنفين، بلغ حوالى ٣٠٪ من الكمية الإجمالية المخزنة.

٢ - خلال الفترة التى تلت الحصاد مباشرة - ومع نمو وتفرع المهاميز التى ظهرت ولم تحصد - وصل مستوى الفروكتان بالجذور إلى حده الأدنى.

٣ - أعقب ذلك مباشرة زيادة حادة ومستمرة فى مستوى الفروكتان بالجذور، وكذلك زيادة مؤقتة فى مستوى السكروز دامت خلال الفترة من مايو إلى أغسطس.

وقد تماثلت تلك التغيرات فى مستوى المواد الكربوهيدراتية فى كلا الصنفين (Pressman وآخرون ١٩٩٣).

ويعتبر الحامضان الأمينيان الأرجنين arginine، والأسباراجين asparagine أهم الأحماض الأمينية الحرة التى تعمل كمخزن للنيتروجين فى جذور الأسبرجس، وهى - كالمواد الكربوهيدراتية - ينخفض تركيزها سريعًا مع نمو المهاميز الجديدة فى الربيع،

حيث تستخدم كمصدر للنيتروجين للنموات الجديدة من المهاميز والسيقان الهوائية. وجدير بالذكر أن عملية تراكم تلك الأحماض الأمينية فى الجذور تستغرق كل فترة النمو النباتي الخضرى، كما ينتقل جانب كبير مما يوجد بتلك النموات من أحماض أمينية إلى الجذور حينما تبدأ النموات فى الاصفرار والدخول فى مرحلة الشيخوخة.

وقد استخدم النيتروجين المُعَلَّم N^{15} فى دراسة امتصاص العنصر وتوزيعه فى نباتات الأسبرجس البالغة، وقدر من هذه الدراسة أن جذور وريزومات النباتات يخزن فيها حوالى ٧٠٠ كجم من العنصر/هكتار، وأن أقل من ٦٪ من تلك الكمية (٣٠-٤٠ كجم N/هكتار) تنتقل إلى المهاميز عند تكوينها، كما لم تمتص النباتات سوى كميات صغيرة من العنصر من التربة خلال فترة الحصاد. كذلك أظهرت الدراسة أن النيتروجين المضاف قبل فترة الحصاد أو خلالها لا يستخدمه النبات إلاّ عند نمو السيقان الهوائية بعد انتهاء الحصاد، وليس ذلك بمستغرب، خاصة وأن النمو الجذرى يكون قليلاً للغاية خلال فترة الحصاد. ومع نمو السيقان الخضرية .. يزداد معدل امتصاص النيتروجين من التربة بسرعة كبيرة إلى حوالى ٥ كجم N/هكتار (٢,١ كجم N/فدان) يوميًّا لمدة ثمانية أسابيع. ولتوقيت التسميد بالنيتروجين لمواجهة تلك الحاجة للعنصر أهمية كبيرة إذا ما أريد الحفاظ على النمو الخضرى القوى مع تجنب فقد العنصر من التربة بالرشح مع ماء الصرف. ومع دخول النموات الخضرية مرحلة الشيخوخة فى الخريف كانت حوالى ٩٠٪ من كمية النيتروجين المعلم قد انتقلت إلى تاج النبات (الريزوم والجذور اللحمية)، وأمكن التعرف على هذا النيتروجين فى المهاميز التى تم حصادها فى الموسم التالى.

واقترح البعض أن الجذور اللحمية التى تكونت فى موسم النمو السابق هى التى تكون المصدر الرئيسى لمعظم المواد الكربوهيدراتية التى تستعمل فى النمو فى السنة التالية، وذلك أمر منطقى إذ إن الجذور الخازنة الجديدة تكون قريبة من البراعم التى تكون فى حاجة إلى الغذاء المخزن لنموها. هذا .. إلاّ أن الحجم الصغير لتلك الجذور الجديدة يجعل من الضرورى مشاركة الجذور الأخرى بالريزوم فى توفير الغذاء اللازم لاستمرار النمو. وباعتبار الفترة الطويلة التى تعيشها الجذور اللحمية، وكتلتها الكبيرة، والتغيرات التى تحدث فى مستوى الفروكتونات .. فإنه من الممكن الافتراض بأن معظم الجذور

الخازنة تُسهم في توفير المواد الكربوهيدراتية للمهاميز النامية، مع اعتبار أن المصدر الرئيسى للغذاء لأى مهماز نام يكون أكثر الجذور الخازنة قربًا وارتباطًا بالنسيج الوعائى لبراعم الريزوم الذى ينمو منها ذلك المهماز.

وقد وجدت زيادة فى محتوى المهاميز النامية من المواد الكربوهيدراتية الذائبة خلال النهار وأرجع بعض الباحثين ذلك إلى قيام المهماز ذاته بعملية البناء الضوئى، إلاَّ أن الكثيرين يعتقدون أن تواجد المواد الكربوهيدراتية الذائبة فى نسيج نامٍ أمر طبيعى، وأن المهاميز تعتمد على الجذور كليًا فى إمدادها بالغذاء المجهز الذى يلزم لنموها. وعلى الرغم من أن المهاميز يمكنها تثبيت ثانى أكسيد الكربون الذى يفقد منها بالتنفس، إلاَّ أن ضعف محتواها الكلوروفيللى، ونقص كثافة الثغور بها يجعلها منخفضة الكفاءة التمثيلية (عن Drost ١٩٧٩).

وأظهرت الدراسات التى استخدم فيها الكربون المعلَّم ^{13}C انتقال معظم الكربون الذى تم تمثيله من النموات الخضرية إلى الجذور الخازنة، وبكميات أقل إلى البراعم والريزوم، والتى انتقل منها بعد ذلك إلى المهاميز الجديدة النامية فى الربيع. وقد اقتصر توزيع الكربون المعلَّم على الوحدة الفسيولوجية التى تتكون من الساق الهوائية العاملة بالكربون المعلَّم، والريزوم الذى نمت منه، والبراعم والجذور والنموات الجديدة المتصلة بذلك الريزوم. وقد تشابهت تلك النتائج فى ثلاثة أصناف استخدمت فى الدراسة (Faville وآخرون ١٩٩٩). كذلك حُصِلَ على نتائج مماثلة لما سبق من دراسات استخدم فيها ^{14}C كمصدر لثانى أكسيد الكربون، وتبين من تحليل السكريات باستعمال تقنية الـ HPLC أن نمو المهاميز ربما يتوقف على معدل تحلل الفروكتونات ذات السلاسل الطويلة، حيث كان معدل استنفاذ الفروكتونات ذات السلاسل القصيرة أسرع من معدل تكونها من الفروكتونات ذات السلاسل الطويلة (Wolley وآخرون ١٩٩٩).

وأحدثت زيادة طول فترة الحصاد من ثلاثة أسابيع إلى ستة فى مزارع أسبرجس بعمر عامين نقصًا جوهريًا فى محتوى الجذور الخازنة من المواد الكربوهيدراتية خلال فترة تكوين السيقان الخضرية، وازداد النقص فى الغذاء المخزن بزيادة طول فترة الحصاد، التى أدت – كذلك – إلى قصر فترة تمثيل الغذاء قبل دخول النباتات فى طور السكون؛ ومن ثم إلى نقص الغذاء المخزن فى الجذور والذى يحتاجه تكوين المهاميز فى

العام التالى. وقد قدر أن حوالى ثلث المادة الجافة التى تُفقد من تاج النبات أثناء الحصاد يذهب إلى المهاميز المنتجة، بينما يُفقد الثلثين الآخرين بالتنفس، ولكن ذلك لا يأخذ فى الحسبان القدر الذى يستهلك فى نمو الجذور. ويتعين المحافظة على النمو الخضرى قويًا ولمدة طويلة إذا أريد زيادة مخزون الجذور من المواد الكربوهيدراتية. كذلك يتأثر محتوى الجذور الكربوهيدراتى إذا أجرى الحصاد فى أوقات أخرى خلال موسم النمو (عن Drost ١٩٧٩).

وقد قورن تأثير الحصاد العادى لمهاميز الأسبرجس فى الربيع بالحصاد فى الربيع لمدة طويلة، والحصاد فى الصيف، وفى الخريف، وعدم الحصاد .. قورن تأثير ذلك على نمو نباتات الأسبرجس وتخزين الغذاء بجذورها، وكانت النتائج كما يلى:

١ – أدى الحصاد خلال الصيف إلى نقص تخزين الغذاء فى الجذور بشدة، وكان المحصول شديد الانخفاض.

٢ – أعطى الحصاد الربيعى العادى أعلى محصول من المهاميز وأفضل توازن بين تراكم الغذاء المجهز واستنزافه.

٣ – على الرغم من أن الحصاد الربيعى العادى أعطى نموًّا خضريًّا أقل كثيرًا من عدم الحصاد، إلا أن النمو الجذرى فى نهاية الموسم كان جيدًا، وتراكم فيه فائض الغذاء الممثل.

٤ – وبالمقارنة أعطى الحصاد الربيعى الممتد لفترة طويلة، والحصاد الخريفى محصولاً أقل من المهاميز، وانتهت النباتات فى كل موسم نمو بقدر أقل من الغذاء المخزن بجذورها (Wilson وآخرون ١٩٩٩).

السكون

يزداد إنتاج نباتات الأسبرجس ويزداد عمر المزرعة حينما توجد فترة سكون dormancy، إلا أن السكون ليس ضروريًا للإنتاج التجارى. ونجد فى المناطق الباردة أن الأجزاء الهوائية للنبات يتوقف نموها شتاء، ومن ثم يقل فقد الغذاء منها بالتنفس، ويتوفر لنمو محصول جديد من المهاميز فى الربيع التالى. كما يمكن إجبار النبات على

الدخول فى حالة سكون فى المناطق الاستوائية والمعتدلة بخفض الرطوبة الأرضية، ويمكن أن يحل ذلك جزئيًا محل السكون الطبيعى الذى يحدث خلال فصل الشتاء فى المناطق الباردة (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

الشيخوخة وتوقف النمو

تعمل الحرارة المنخفضة التى تتراوح بين ٥، و ١٢°م على دخول النموات الهوائية للأسبرجس فى مرحلة الشيخوخة (الاصفرار ثم الموت) senescence، وتزداد سرعة اتجاه النباتات إلى الشيخوخة إذا سبق تعرضها للحرارة المنخفضة تعرضها لحرارة مرتفعة نسبيًا (٢٥ أو ٣٠°)، مقارنة بسبق تعرضها لحرارة معتدلة (١٥ أو ٢٠°م) (Krug ١٩٩٦).

هذا .. ويحدث الشدُّ الرطوبى الأثر ذاته الذى تحدثه الحرارة المنخفضة، حيث تصفر النموات الهوائية وتموت، ويجبر النبات على الدخول فى حالة سكون. ولذا .. فإنه عندما لا يكون الشتاء باردًا بالقدر الذى يسمح بدخول النباتات فى حالة سكون، فإنه يتم دفعها إلى ذلك بوقف رى الحقول لمدة ٣-٤ شهور خلال الفترة من نوفمبر إلى فبراير.

ويعنى ذلك أنه يمكن التحكم فى سكون التيجان وإنتاج المهاميز بتعريض النباتات لدورات من الجفاف وتوفر الرطوبة الأرضية. يؤدى الجفاف إلى شيخوخة النموات الخضرية وموتها، وسكون التيجان، بينما يحفز توفر الرطوبة الأرضية نمو المهاميز. وبعد شهر من الحصاد يسمح بنمو السيقان الهوائية لمدة حوالى ٤ شهور قبل دفع النباتات إلى السكون ثانية بتعريضها لظروف الجفاف، وبمجرد جفاف النموات الهوائية تبدأ دورة جديدة من إنتاج المهاميز بتوفير الرطوبة الأرضية .. وهكذا، وتتبع هذه الطريقة فى بيرو.

وفى المناطق الاستوائية – مثل تايوان – حيث يستمر الأسبرجس فى إعطاء نموات جديدة مع استمرار الحرارة العالية وسقوط الأمطار – تتبع طريقة خاصة لتحقيق أكبر استفادة ممكنة من عملية البناء الضوئى تهدف إلى الحصول على نمو خضرى قوى، مع تخزين الغذاء لأجل إنتاج المهاميز. تعرف هذه الطريقة باسم "تقنية المزرعة الأم"

mother culture technique، وفيها .. تخضع مزرعة الأسبرجس لدورات متعاقبة يجرى فيها الحصاد لمدة محدودة فى بداية كل دورة منه، ثم يسمح بالنمو الخضرى إلى حين تخزين قدر كافٍ من الغذاء بالجذور لتبدأ بعد ذلك دورة جديدة من الحصاد .. وهكذا، ويعنى ذلك عدم دخول النباتات فى طور سكون.

معاودة النمو

نجد فى المناطق ذات الشتاء القارص البرودة التى تدخل فيها النباتات فى سكون طويل خلال فصل الشتاء أن إنتاج المهاميز بعد انتهاء فترة السكون يكون غزيرًا وخلال فترة زمنية قصيرة نسبيًّا عما يكون عليه الحال فى المناطق ذات الشتاء الدافئ، أو عندما تجبر النباتات على الدخول فى حالة سكون بمنع الرى عنها.

ويلزم توفر حرارة تربة لا تقل عن ١٠°م لكسر سكون البراعم، ولكن هذا الحد الأدنى يختلف باختلاف عمر المزرعة، حيث وجد أن المزارع الصغيرة بعمر سنة أو سنتين يكون إنتاجها من المهاميز أسرع فى الربيع عما فى المزارع الأكبر عمرًا. كذلك توجد اختلافات ضيقة فى هذا الشأن حيث تكون الأصناف الفرنسية أبكر إنتاجًا للمهاميز فى الربيع عن الأصناف الأمريكية.

التغيرات الهرمونية المصاحبة للسكون ومعاودة النمو

يرتفع محتوى حامض الأبسيسك abscissic acid الطبيعى فى نباتات الأسبرجس خلال فترة السكون فى الشتاء؛ بما يعنى أنه يلعب دورًا فى تلك الظاهرة. ومع انخفاض مستوى الحامض فى الربيع تبدأ البراعم فى النمو. وقد تبين أن محتوى حامض الأبسيسك يزيد فى البراعم الساكنة بمقدار ثلاثة أضعاف محتواه فى البراعم النابتة. كما وجد أن الحامض يتم تمثيله بواسطة المهاميز النامية لينتقل منها إلى البراعم الأخرى حيث يثبط نموها. ويفسر ذلك حقيقة أنه لا ينمو من أى عنقود من البراعم سوى برعم واحد فى الوقت الواحد (عن Drost ١٩٩٧).

السيادة القمية

يتأثر نمو المهماز بالسيادة القمية التى تفرضها المهاميز السابقة له فى النمو، وأيضًا

بالسيادة القمية التى توجد فى المهماز ذاته، فنجد أن القمة النامية لأكثر المهاميز نموًا تثبط نمو البراعم المجاورة له فى نفس التاج. وتؤدى إزالة المهماز بالحصاد إلى تقليل السيادة القمية؛ بما يسمح بنمو البراعم المجاورة. وتكون المحصلة النهائية ظهور المهاميز فى دورات، وامتداد الحصاد على فترة طويلة؛ مما لا يسمح بإجراء الحصاد الآلى بكفاءة.

ويؤدى السماح بنمو المهاميز لأكثر من الطول المناسب للتسويق (أطول من ٢٠ سم) إلى تثبيط نمو البراعم المجاورة لها بدرجة أكبر من تثبيط المهاميز التى مازالت قصيرة للبراعم المجاورة لها. وكلما طالت المدة بين نمو أول مهماز وحصاده، كلما ازداد تثبيط نمو المهماز الثانى؛ إذ إن حصاد المهاميز أو قطع السيقان الهوائية يسمح بنمو البراعم الصغيرة؛ الأمر الذى يوضح أهمية إجراء الحصاد بانتظام.

وقد كان الاعتقاد السائد أن تثبيط نمو البراعم بسبب السيادة القمية للمهاميز أو السيقان الهوائية النامية يمتد – فقط – إلى البراعم المجاورة لها فى نفس عنقود البراعم، إلا أنه ثبت امتداد ذلك التأثير إلى عناقيد برعمية أخرى كذلك.

التأثير الفسيولوجى لقوام التربة وعمق الزراعة

يتناسب قطر المهاميز وجودتها طرديًا مع زيادة مقاومة التربة لبزوغها خلالها فى المدى من ٠,٤ إلى ١,٥٤ كجم/سم^{2} (Kailuweit & Krug ١٩٩٥).

كذلك يتناسب قطر المهاميز المنتجة طرديًا مع سمك غطاء التربة، إلا أن العمق الأمثل لغطاء المهاميز لإنتاج أعلى محصول يتوقف على قوام التربة ومحتواها من المواد العضوية، حيث يقل العمق المناسب مع ثقل القوام وزيادة نسبة المادة العضوية بها.

يؤدى تواجد الإثيلين فى هواء التربة بتركيزات تزيد عن ١٠ أجزاء فى المليون إلى تثبيط استطالة المهاميز. ونجد أن إنتاج المهاميز من الإثيلين أثناء نموها فى التربة – ومن جرّاء احتكاكها بها – يعمل على زيادة أحجام الخلايا؛ مما يؤدى إلى زيادة أقطار المهاميز. ويكون أكبر قطر للمهماز عند مستوى سطح التربة، ثم يقل القطر تدريجيًا مع استطالة المهماز فوق سطح التربة.

التأثير الفسيولوجى لدرجة الحرارة

لدرجة الحرارة السائدة تأثيرات بالغة على نمو وتطور نباتات الأسبرجس، وعلى نوعية المهاميز المنتجة. وقد أسلفنا بيان تأثير درجة الحرارة على النمو النباتى، وشيخوخة النموات الخضرية، وسكون التيجان. وفيما يلى .. نلقى الضوء على بعض التأثيرات الفسيولوجية الأخرى لدرجة الحرارة على نبات الأسبرجس.

التأثير على نمو البادرات

وجد أن قدرة بادرات الأسبرجس على تحمل الحرارة المنخفضة الأقل من الصفر المئوى ازدادت بتعريض البادرات - مسبقًا - لحرارة ٣°م؛ وعندما كان تعريض النباتات لتلك الدرجة لمدة ٢ أو ٣ أسابيع بلغ أقصى تحمل لها -٥، و -٦,٥°م، على التوالى.

كذلك أدى تعريض البادرات لشدٍ رطوبى إلى زيادة تحملها لانخفاض الحرارة حتى -٥°م (Burrows وآخرون ١٩٨٩).

التأثير على النمو الخضرى

يختلف مدى تأثر النموات الهوائية للأسبرجس بالتباينات فى درجة الحرارة باختلاف عمرها، حيث تزداد حساسيتها فى بداية تكوينها وعند شيخوختها (عن Drost ١٩٩٧).

كذلك تختلف درجة الحرارة المناسبة لنمو نباتات الأسبرجس باختلاف الأصناف ومدى تأقلمها على الظروف الحرارية؛ ففى الصنف Larac المتأقلم على الجو البارد كان معدل النمو النسبى ومعدل البناء الضوئى أعلى ما يمكن فى حرارة ٢٠°م، بينما كان نمو الصنف Brock Imperial أفضل فى حرارة ٣٥°م نهارًا مع ١٥°م ليلاً (Woolley وآخرون ١٩٩٦).

التأثير على نمو المهاميز ونوعيتها

إن أكثر أنسجة المهماز تأثرًا بدرجة الحرارة هى تلك التى تقع أسفل القمة النامية

مباشرة؛ بما يعنى أن نمو المهاميز - بعد بزوغها من التربة - يكون أكثر تأثرًا بحرارة الهواء عن تأثره بحرارة التربة. وبسبب تلك الظاهرة .. فإن المهاميز الأولى فى التكوين - والتى تكون أكثر تبكيرًا فى الظهور فى الزراعات العميقة التى تكون طبقات التربة العميقة فيها أدفأ نسبيًا عما فى الزراعات السطحية - قد تتعرض لدى بزوغها من التربة فى المناطق الباردة لحرارة التجمد؛ مما يؤدى لموتها. ونظرًا لأن المهاميز الأولى فى الظهور تكون هى الأكبر حجمًا .. فإن تلك العوامل مجتمعة قد تؤدى - فى المناطق الباردة - إلى نقص المحصول، وخاصة محصول المهاميز الكبيرة الحجم.

وبالمقارنة .. نجد فى درجات الحرارة المنخفضة التى تزيد عن درجة التجمد أن زيادة عمق الزراعة تجعل المهاميز المنتجة أبطأ نموًا وأقل عددًا، ولكنها تؤدى - فى الوقت ذاته - إلى زيادة عدد المهاميز الكبيرة الحجم.

إن أقل حرارة لنمو مهاميز الأسبرجس هى ١٠°م، وتتراوح الدرجة المثلى بين ٢٤,٥، و ٣٣°م، لكن لا تنمو أى مهاميز فى حرارة تزيد عن ٣٥°م. ويبلغ أعلى معدل استطالة للمهاميز (٠,٥١سم/ساعة) فى حرارة ٣٠°م، كما يتوافق المحصول اليومى للأسبرجس مع التراكم الحرارى اليومى (Dean ١٩٩٩).

كذلك وجد أن نمو المهاميز فى حرارة ١٥°م، و ٢٠°م كان أسرع عما فى الحرارة الأقل من ذلك، وكانت الزيادة فى النمو أكبر فى المهاميز الأطول (Kailuweit & Krug ١٩٩٥).

وأدى رفع درجة الحرارة من ٢٨°م إلى ٣٣ أو ٣٦°م إلى خفض إنتاج المهاميز، ونقص الوزن الكلى للنموات الهوائية، ونقص أطوالها (Yen وآخرون ١٩٩٦).

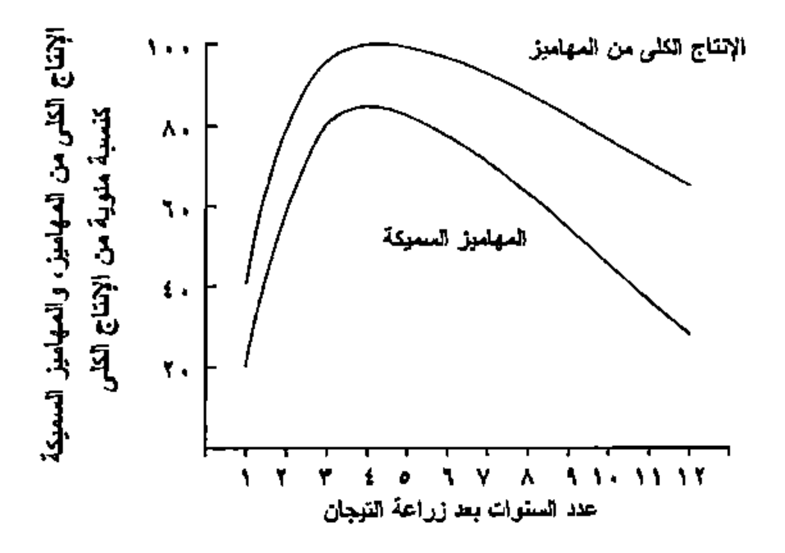
وعمومًا .. فإن معدل النمو اليومى لمهاميز الأسبرجس يتوقف على كل من الطول الفعلى للمهماز، ودرجة الحرارة السائدة، كما يتبين من جدول (٣-١)، والذى يمكن الاسترشاد به فى تحديد الطول المتوقع للمهماز بعد مرور ٢٤ ساعة.

إن معدل نمو المهاميز يزداد خطيًا بارتفاع درجة الحرارة من ١٠ إلى ٣٢°م، بينما تكون الزيادة فى خط منحن curvelinear فى حرارة تقل عن ١٠°م. وتختلف استجابة المهاميز والسيقان الخضرية لدرجة الحرارة باختلاف طولها (شكل ٣-٢). فبغض النظر

عن درجة الحرارة .. فإن النسبة المئوية للزيادة فى النمو خلال فترة ٢٤ ساعة تزداد فى المهاميز القصيرة (٥ سم)، وتقل بزيادة طول المهاميز. ويتطلب معدل النمو السريع للمهاميز الصغيرة – خاصة فى الحرارة العالية – إجراء الحصاد على فترات متقاربة لأجل المحافظة على النوعية الجيدة للمهاميز (عن Drost ١٩٩٧).

جدول (٣–١): الاستطالة المتوقعة فى مهماز الأسبرجس – بعد مرور ٢٤ ساعة – على درجات الحرارة المختلفة.

متوسط درجة الحرارة (°م)	الطول الحالى للمهماز (سم)				
(العظمى + الصغرى)/٢	٥	١٠	١٥	٢٠	٢٥
٧	—	—	١,٥	٣,٠	٤,٥
١٠	—	١,٥	٣,٣	٤,٨	٦,٣
١٥	٣,٣	٤,٨	٦,٥	٨,٠	٩,٥
٢٠	٦,٣	٨,٠	٩,٥	١١,٠	١٢,٥
٢٣	٨,٥	١٠,٠	١١,٨	١٣,٣	١٤,٨



شكل (٣–٢): تأثير درجة الحرارة على استطالة مهاميز الهليون (وسيقانها الهوائية) التى تختلف فى أطوالها بين ٥، و ٤٥ سم. يوضح الشكل النمو الحادث خلال فترة ٢٤ ساعة (عن Drost ١٩٩٧).

وفضلاً عن تأثير الحرارة العالية فى زيادة معدل نمو المهاميز .. فإنها تؤدى – كذلك – إلى سرعة تكون الفروع الجانبية (ظاهرة التربيش feathering)، وسرعة حدوث تلك الظاهرة – التى تخفض القيمة التسويقية للمهاميز – وذلك قبل استطالة المهاميز إلى الدرجة المناسبة للحصاد. ونظرًا لاختلاف الأصناف كثيرًا فى طول المهاميز الذى تبدأ عنده فى التفرع .. فإن تلك الصفة يجب أن تؤخذ فى الحسبان عند اختيار الأصناف المناسبة للظروف البيئية السائدة فى منطقة الإنتاج.

هذا .. وتؤدى حرارة الهواء المنخفضة بين ١٠، و ١٥°م إلى زيادة محتوى المهاميز من صبغة الأنثوسيانين عند مستوى سطح التربة، وعلى حراشيف البراعم؛ مما يعطى المهماز لونًا قرمزيًا فاتحًا.

ويستدل من دراسات Makus وآخرين (١٩٩٤) أن مهاميز الأسبرجس تتجمد تحت الظروف الطبيعية فى الحقل بين –٣، و –٥°م. أما المهاميز المقطوفة .. فقد تراوحت درجة تجمدها بين –٥,٧°م للمهاميز الخضراء، و –٦,٦°م للمهاميز البيضاء، علمًا بأن المهاميز الخضراء كانت تحتوى على البكتيريا النشطة فى تكوين نويات البللورات الثلجية بتركيز ٢٩٠٠ خلية/جم وزن طازج بينما خلت منها المهاميز البيضاء.

التأثير الفسيولوجى للملوحة الأرضية

يعد الأسبرجس من محاصيل الخضر الأكثر تحملاً للملوحة العالية فى التربة ومياه الرى، إلاّ أنه لا يتحمل التعرض الفجائى للملوحة العالية، كما يتأثر سلبيًا بالارتفاع الكبير فى مستوى الملوحة.

ففى إحدى الدراسات .. وجد أن نسبة إنبات بذور الأسبرجس انخفضت من ٩٠٪ فى الكنترول إلى ٥٠٪، و ١٢٪ فى ٥٠، و ١٠٠ مللى مول كلوريد صوديوم على التوالى. كذلك ماتت بادرات الأسبرجس لدى تعرضها – فجأة – لتركيز ٥٠ أو ١٠٠ مللى مول من كلوريد الصوديوم، إلاّ أن تعريض النباتات لظروف الملوحة بصورة تدريجية جعلها أكثر تحملاً؛ فلم يتأثر طول نمواتها الهوائية، بينما ازداد طول جذورها، ولكن توقفت الزيادة فى الوزن الجاف للجذور عند ١٠٠ مللى مول كلوريد صوديوم (Uno وآخرون ١٩٩٦).

وعندما كان الرى بمياه مملحة بكميات متساوية من كلوريد الصوديوم وكلوريد الكالسيوم .. نقص محصول المهاميز بمقدار ٢٪ مع كل زيادة مقدارها وحدة ملوحة واحدة تزيد عن ٤,١ ديسى سيمنز/م. وقد أرجع النقص فى المحصول أساسًا إلى النقص فى متوسط وزن المهماز الواحد. وقد اعتبرت نباتات الأسبرجس المكتملة التكوين من أكثر المحاصيل المتحملة للملوحة. وفى هذه الدراسة أظهر الأسبرجس نفس القدرة على تحمل الملوحة فى كل من مرحلتى إنبات البذور وإنتاج المهاميز حتى ملوحة تربة مقدارها ٧,٢ ديسى سمينز/م، أما فى ملوحة أعلى من ذلك .. فإن إنبات البذور كان أقل قدرة على التحمل عن تكوين المهاميز. كذلك كان النمو النباتى خلال موسم النمو الأول أكثر حساسية للملوحة – بصورة جوهرية – عما فى الأعوام التالية (Francois ١٩٨٧).

وقد أمكن إنتاج الأسبرجس بنجاح كبير باتباع طريقة الرى بالتنقيط، مع استعمال مياه للرى بلغت درجة توصيلها الكهربائى ٩ مللى موز/سم، علمًا بأن درجة التوصيل الكهربائى لمستخلص التربة المشبع تحت تلك الظروف كان ١٣ مللى موز/سم. هذا .. إلاّ أن نسبة امتصاص الصوديوم sodium absorption ratio لمياه الرى يجب أن تقل عن ٩، و يفضل أن تقل عن ٣ لتجنب تعريض النباتات لأى شد.

كذلك يعد الأسبرجس شديد التحمل لزيادة تركيز البورون فى كل من التربة ومياه الرى، ولا تُحدث تركيزات من العنصر تصل إلى ثلاثة أجزاء فى المليون أى ضرر جوهرى للنباتات.

التأثير الفسيولوجى للرطوبة الأرضية

تأثير الجفاف

أدى تعريض نباتات الأسبرجس من صنف Jersey Giant لنقص فى الرطوبة الأرضية إلى خفض أعداد البراعم الكلية والبراعم المكتملة التكوين خطيًّا مع ازدياد الشدّ الرطوبى. وعلى الرغم من تباين أقطار البراعم فى العنقود الواحد، فإن ازدياد الشدّ الرطوبى أدى – كذلك – إلى نقص قطر البراعم. هذا .. ولم يكن للشدّ الرطوبى تأثيرات سلبية على النمو النباتى فى العام التالى إذا ما أعطيت النباتات حاجتها من الرطوبة. ويعد توفر

رطوبة أرضية عند السعة الحقلية ضروريًا لإنتاج أعلى محصول من المهاميز ذات الحجم المثالى المطلوب (Drost & Wilcox-Lee ١٩٩٧ أ، و ١٩٩٧ ب).

كذلك أدى تعريض نباتات الأسبرجس من صنف Huchels Leistungsauslese لظروف الجفاف إلى خفض محتوى تيجان النباتات من كل من الفروكتانات والكربوهيدرات الذائبة فى الماء. ويعد انخفاض تركيز الكربوهيدرات الذائبة فى الماء دليلاً على ضعف التيجان، كما أنه أحد أسباب ضعف قدرة البراعم على التنبيت بعدما تحصل النباتات على حاجتها من الرطوبة الأرضية (Ernst & Krug ١٩٩٨).

تأثير غدق التربة

يؤدى غدق التربة إلى عدم توفر الأكسجين للأنسجة الإنشائية (الميرستيمية) فى البراعم التى توجد بالتاج، وفى القمم النامية للجذور؛ مما يؤدى إلى موت تلك الأنسجة، حيث تموت تلك الأكثر حساسية لنقص الأكسجين أولاً – وهى عناقيد البراعم – ثم القمم النامية للجذور، وأخيرًا البراعم الكامنة latent buds التى توجد بالريزوم.

الجنس

حالات الجنس والنسبة الجنسية

تعتبر نباتات الأسبرجس وحيدة الجنس ثنائية المسكن (Dioecious)، فتوجد نباتات مؤنثة وأخرى مذكرة. وقد تظهر – أحيانًا – أزهار كاملة، ولكن ذلك أمر نادر الحدوث. وتحت ظروف الزراعات المحمية تزهر نباتات الأسبرجس – عادة – بعد زراعة البذرة بنحو ٢١٠–٢٣٥ يومًا فى النباتات المذكرة، وحوالى ٢٦٩–٢٩٥ يومًا فى النباتات المؤنثة (عن Ellison ١٩٨٦).

ويتواجد الجنسان عادة بنسبة ١:١ فى المزارع الحديثة، ثم تزداد نسبة النباتات المذكرة – تدريجيًا – مع تقدم المزرعة فى العمر؛ نتيجة لموت بعض النباتات المؤنثة سنويًا؛ وقد وصلت النسبة إلى ٢,٥ مذكر: ١ مؤنث فى مزرعة عمرها ٣٥ عامًا. وكان الاعتقاد السائد أن ذلك مرده إلى منافسة النباتات المذكرة القوية النمو للنباتات المؤنثة

المجاورة لها، والتى يضعف نموها – تدريجيًا – نظرًا لما تفقده من غذاء، يوجه نحو تكوين الثمار والبذور، بينما يتجه كل الغذاء المجهز إلى الريزوم الأرضى فى النباتات المذكرة. إلاّ أن Bouwkamp & McCully (١٩٧٢) وجدا من دراستهما على مزارع أسبرجس، يتراوح عمرها بين سنة و ١٩ سنة أن موت النباتات المؤنثة لا يمكن إرجاعه إلى هذا السبب.

وراثة الجنس

يتحدد الجنس فى الأسبرجس بكروموسومى X، و Y، حيث تكون النباتات المؤنثة XX، والمذكرة العادية XY، بينما تكون النباتات المذكرة الفائقة supermales ذات تركيب YY. وبينما يؤدى تلقيح النباتات المؤنثة بنباتات مذكرة عادية إلى إنتاج نباتات مؤنثة XX ونباتات مذكرة عادية XY بنسب متساوية، فإن تلقيحها بنباتات مذكرة فائقة يؤدى إنتاج نباتات مذكرة عادية XY فقط. ويحصل على النباتات المذكرة الفائقة وذلك عندما تظهر بعض الأزهار الخنثى على النباتات المذكرة العادية XY – وهى ظاهرة نادرة الحدوث – حيث تُلَقَّح تلك الأزهار ذاتيًا، أو بحبوب لقاح من الأزهار المذكرة الأخرى التى ينتجها النبات ذاته؛ لتعطى نسلاً يتكون من نباتات مؤنثة XX، ونباتات مذكرة عادية XY ونباتات مذكرة فائقة YY بنسبة ١:٢:١ على التوالى. ويتم التمييز بين النباتات المذكرة العادية والنباتات المذكرة الفائقة باستخدام كليهما فى تلقيح نباتات مؤنثة، حيث يكون النسل الناتج إما مؤنثًا ومذكرًا بنسب متساوية إذا ما كان المصدر الذى استخدم لحبوب اللقاح نباتات مذكرة عادية، وإما مذكرة فقط إذا ما كان المصدر الذى استخدم لحبوب اللقاح نباتات مذكرة فائقة. وبعد التعرف على النباتات المذكرة الفائقة فإنها تكثر بواسطة مزارع الأنسجة.

كذلك يمكن الحصول على النباتات المذكرة الفائقة بواسطة مزارع المتوك أو مزارع حبوب لقاح التى يحصل منها على نباتات أحادية العدد الكروموسومى، وهى التى تعطى لدى مضاعفتها بالكولشيس إما نباتات مؤنثة XX، وإما نباتات مذكرة فائقة YY.

صفات الجنس الثانوية

إن من أهم صفات الجنس الثانوية ما يلى:

١ – تنتج النباتات المذكرة عددًا من المهاميز يزيد عما تنتجه النباتات المؤنثة بنحو ٥٠٪؛ مما يؤدى إلى زيادة محصولها عن النباتات المؤنثة، ويكون الفرق بينهما أكثر وضوحًا فى بداية موسم الحصاد عما فى نهايته.

٢ – تكون النباتات المذكرة أكثر تبكيرًا فى إنتاج المهاميز سنويًّا عن النباتات المؤنثة.

٣ – لا تمر فترة طويلة بين ظهور المهاميز المتتابعة فى النباتات المذكرة مقارنة بالمؤنثة، ويرجع ذلك إلى زيادة مخزون النباتات المذكرة من المواد الكربوهيدراتية عن المؤنثة.

٤ – يمتد موسم الحصاد لفترة أطول فى النباتات المذكرة عن المؤنثة.

٥ – ينخفض معدل البناء الضوئى فى النباتات المؤنثة عن المذكرة على الرغم من زيادة كثافة نموها الظاهرى.

٦ – تعيش النباتات المذكرة لمدة أطول عن النباتات المؤنثة، ويُعَدّ ذلك أمرًا مهمًا فى المحاصيل المعمرة، كما أنها تعطى نموًّا خضريًّا أكبر.

٧ – لا تنتج النباتات المذكرة ثمارًا يمكن أن تسقط على الأرض، ثم تعطى عند إنباتها بادرات قد يصعب التخلص منها كما فى حالة النباتات المؤنثة.

٨ – تنتج النباتات المؤنثة مهاميز أكبر حجمًا عن تلك التى تنتجها النباتات المذكرة، إلا أن بعض الهجن المذكرة تنتج مهاميز كبيرة أيضًا (Ellison ١٩٨٦، و Drost ١٩٩٧).

٩ – تبين أن قمة مهاميز النباتات المؤنثة يزيد محتواها من السيتوكينين، وتزيد فيها نسبة السيتوكينين إلى حامض الجبريلليك عما فى مهاميز النباتات المذكرة (Ombrello & Garrison ١٩٨٧).

وفى دراسة قورنت فيها نباتات الأسبرجس المؤنثة بالنباتات المذكرة فى عشيرة من الصنف الثنائى المسكن Jersey Giant Syn 4 كانت النسبة الجنسية ٥٧ مذكر: ٤٣ مؤنث، وكان متوسط محصول النبات المذكر من المهاميز أعلى من متوسط محصول النبات

المؤنث بنسبة ٨٠٪، وكانت تلك الفروق فى المحصول مصاحبة باختلافات كبيرة فى الأجزاء الأرضية للنباتات؛ فكان الوزن الجاف للمجموع الجذرى فى النباتات المذكرة ضعف مثيله تقريبًا فى المؤنثة، وكان المحتوى الكربوهيدراتى لجذور النباتات المذكرة أعلى مما فى المؤنثة. كذلك كان عدد البراعم والجذور أعلى فى النباتات المذكرة عما فى المؤنثة (Sinton & Wilson ١٩٩٩).

تأثير منظمات النمو على حالة الجنس

تتأثر حالة الجنس بمعاملات منظمات النمو كما يلى (Lazarte & Garrison ١٩٨٠):

١ – أدت معاملة مهاميز النباتات المؤنثة (XX) بحامض الجبريلليك، بتركيز ٢٠٠٠، أو ٥٠٠٠ جزء فى المليون إلى تكون أسدية ذات متوك عقيمة فى الأزهار المؤنثة.

٢ – أدت معاملة مهاميز النباتات المذكرة العادية (XY) بمنظم النمو 6-benzyl-amino-9- tetrahydro-2-pyryl-purine (اختصارًا: PBA)، بتركيز ١٠ أجزاء فى المليون .. إلى إنتاج أزهار خنثى، بها بويضات عقدت ثمارًا بكرية (خالية من البذور)،

٣ – أدت معاملة النباتات المذكرة الفائقة (YY) بمنظم النمو PBA، بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون إلى إنتاج أزهار خنثى خالية من الكيس الجنينى.

إسراع الإزهار بالمعاملات الكيميائية

يمكن دفع بادرات الأسبرجس للإزهار فى خلال ٣–٤ أسابيع من زراعة البذور بالمعاملة بأى من فئات مبيدات الحشائش: s-triazine،و phenylurea، و N-phenylcarbamate، علمًا بأنه لا تستجيب لتلك المعاملة غير القمة الميرستيمية لأول السيقان تكونًا، كما لا تحدث استجابة فى غير مرحلة الإنبات. تنتج البادرة المعاملة ساقًا تحمل زهرة قمية. وعلى الرغم من احتمال تكوّن سيقانًا أخرى من تاج النبات النامى، فإنها تبقى خضرية ولا تكون حساسة للمعاملة.

وجدير بالذكر أن المركبات التى تدفع البادرة إلى الإزهار يكون لها تأثيرات مثبطة على إنبات البذور وبزوغ البادرات؛ فمثلاً .. لا تنبت وتتكون بادرات مزهرة

سوى ما بين ٢٠٪، و ٣٠٪ من البذور المعاملة بالأترازين atrazine. ويعد المبيد N-phenylcarbanate أقل سمية حيث تظهر البادرات المزهرة من نحو ٥٠٪ من البذور المعاملة، كما أن بعض المركبات الأخرى، مثل: الثيوكاربامات thiocarbamates تزيد فيها النسبة عن ذلك (عن Aneja وآخرين ١٩٩٩). ومن جهة أخرى .. أزهرت جميع بادرات الأسبرجس من صنف Mary Washington 500W لدى معاملتها بالمركب N-(3,4-methylenedioxyphenyl) carbamate بتركيز ٢٠٠ ميكرومول (Kusukawa & Iwamura ١٩٩٥).

وأدى نقع بذور الأسبرجس في الماء لمدة خمسة أيام، ثم معاملتها بمبيد من مجموعة الـ N-phenylcarbamate – هو: n-propyl N-(3,4 dichlorophenyl) carbamate (اختصارًا: NPC) – بتركيز ٠,٤ مللي مول لمدة خمسة أيام بعد بزوغ الجذير مع تهوية البذور في الضوء .. أدى ذلك إلى إنتاج بادرات مزهرة بنسبة ٩٠٪ من البذور المعاملة، مقارنة بنحو ٥٠٪ عند المعاملة المباشرة بالـ NPC. وإذا ما استخدمت بذورًا حديث الحصاد – وهي التي تتباين في إنباتها مقارنة بالبذور المخزنة قليلاً – فإنه يتعين نقل البذور التي تكوّن جذيرًا من بين تلك المنقوعة في الماء .. نقلها أولاً بأول – في خلال يوم واحد من ظهور الجذير – لمعاملتها بالمبيد. وقد تبين لدى مقارنة النسبة الجنسية في النباتات المعاملة مع العشائر الطبيعية للنباتات النامية في الحقل في سبعة أصناف من الأسبرجس تماثل النسبة الجنسية في الحالتين؛ مما يدل على أن المعاملة ليس لها أي تأثير على التعبير الجنسي. وبذا .. يمكن اتباع تلك الطريقة بسرعة ودقة وكفاءة عالية في تحديد نسبة النباتات المؤنثة في الأصناف "المذكرة" (Aneja وآخرون ١٩٩٩).

وحُصل على أسرع إزهار لنباتات الأسبرجس صنف Mary Washington 500W بنقع البذور في محلول كارباميت carbamate بتركيز ٥٠ جزءًا في المليون لمدة ١٢ يومًا على ٢٥°م تحت إضاءة من مصدر فلورسنتي (نيون). وأدت زيادة فترة التعرض للمعاملة عن ١٢ يومًا إلى زيادة نسبة البادرات التي أزهرت، إلاّ أن نسبة أكبر من تلك البادرات كانت ذكورًا. وقد تراوحت نسبة إزهار البادرات في سبعة أصناف من الأسبرجس بين ١٣٪، و ٦٧٪. ولم تظهر بالأصناف المذكرة سوى نباتات مذكرة فقط (Ozaki وآخرون ١٩٩٩).

تأثير معاملات منظمات النمو على النمو النباتى

تأثير البنزيل أدنين

أدى رش نباتات أسبرجس بعمر أربعة شهور من الصنفين مارى واشنطون، ويوسى ١٥٧ فى منتصف شهر نوفمبر (فى ولاية جورجيا الأمريكية) بالبنزيل أدنين بتركيزات تراوحت بين جزء واحد فى المليون، و ٤٠٠ جزء فى المليون إلى تحفيز نمو السيقان مقارنة بنموها فى نباتات الكنترول، ولكن دون أن تظهر فروق معنوية بين التركيزات المستعملة. وفى الصنف مارى واشنطون ازداد عدد السيقان من ٠,٥ ساق/نبات فى الكنترول غير المعامل إلى ٧,٨–١٣,٧ ساقًا/نبات عند المعاملة (Mahotiere وآخرون ١٩٩٣).

وبالمقارنة .. فإن رشة وادة بالبنزيل أدنين خلال فصل الخريف حفزت نمو براعم الأسبرجس وأدت إلى زيادة قطر المهاميز خلال الفترة التى أعقبت المعاملة، ولكن ليس خلال الربيع التالى. كما أدت معاملة المهاميز الصغيرة بالبنزيل أدنين فى الربيع إلى زيادة نمو البراعم بعد المعاملة، ولكنها لم تؤثر على سمك المهاميز الجديدة. وقد أحدثت معاملة البنزيل أدنين نقصًا حادًا فى مستوى حامض الأبسيسك الطبيعى فى قمة المهاميز فى خلال ١٢ ساعة من المعاملة (Uesugi وآخرون ١٩٩٥).

تأثير حامض الجبريلليك

يعمل حامض الجبريلليك على تحفيز نمو براعم الأسبرجس. وتؤدى المعاملة بالحامض إلى إضعاف السيادة القمية وزيادة عدد المهاميز التى يتم حصادها، وتحفيز نموها. هذا .. إلا أن دراسات أخرى أظهرت عدم تأثير الجبريللين على نمو المهاميز (عن Drost ١٩٩٧).

تأثير الداى كيجيولاك

أدى نقع تيجان الأسبرجس فى محلول الداى كيجيولاك dikegulac بتركيز ٣٠٠ جزء فى المليون إلى تحفيز نمو السيقان الهوائية. كما وجد Mahotiere وآخرون (١٩٨٩) أن رش بادرات الأسبرجس وهى بعمر ٩ أشهر بالـ dikegulac-sodium بتركيزات

وصلت إلى ٥٠٠ جزء في المليون أدى إلى زيادة عدد السيقان الهوائية، خاصة عند تركيز ٣٠٠-٥٠٠ جزء في المليون. بدأت الاستجابة بعد أربعة أسابيع من المعاملة واستمرت طوال مدة تسجيل النتائج التي دامت عشرة أسابيع؛ وهذا .. إلاّ أن معظم النمو لم يؤثر على ارتفاع النبات، أو وزنه الطازج أو الجاف خلال تلك المرحلة من النمو. وحتى قطع النموات الهوائية .. فإن المعاملة استمرت مؤثرة في زيادة عدد النموات الجديدة.

التأثير الفسيولوجي للميكوريزا

تستفيد نباتات الأسبرجس من فطريات الميكوريزا التي تعيش تعاونيًا مع جذورها. فمثلاً .. أدى تلقيح بادرات الأسبرجس بالميكوريزا *Glomus etunicatum* أو *G. margarita* إلى تحفيز تكوين الجذور والسيقان واستطالتها، وخاصة بعد موسم النمو الثاني. وأدت المعاملة بالميكوريزا إلى زيادة الوزن الجاف للنباتات وزيادة محتواها من العناصر، وخاصة الفوسفور، ولكن اختلف الفطران في الحرارة المناسبة لنشاطهما بين ٢٥°م في *G. etunicatum*، و ٢٥ أو ٣٠°م في *G. margarita* (Matsubara & Harada ١٩٩٦أ، و ١٩٩٦ ب). وقد كان فطر الميكوريزا *G. margarita* أكثر كفاءة في استعمار جذور الأسبرجس عن الفطر *G. etunicatum*، حيث أدى التلقيح بمائة جرثومة من الفطر الأول إلى استعمار ٥٢,٣٪ من المجموع الجذري للنبات، بينما لزمت ١٠٠٠ جرثومة من الفطر الثاني لاستعمار ٥٥,٢٪ من الجذور (Matsubara & Harada ١٩٩٧).

كذلك أظهرت الدراسات أن بادرات الأسبرجس الملقحة بأي من فطري الميكوريزا *G. margarita*، أو *Glomus* sp. تكون أكثر تحملاً للانحرافات الحادة في درجة الحرارة، سواء أكان ذلك بالارتفاع إلى ٣٠°م، أم بالانخفاض إلى ١٥°م؛ حيث كانت النباتات الملقحة أطول من غير الملقحة في كلتا الحالتين، إلاّ أن الميكوريزا *G. margarita* كانت أكثر كفاءة، وأكثر قدرة على استعمار جذور الأسبرجس، حيث بلغ متوسط استعمارها للجذور ٦٦,٣٪ بعد ١١ أسبوعًا من تلقيح الجذور بها، مقارنة بنسبة استعمار للجذور بلغت ٣٦,٧٪ للفطر *Glomus* sp. (Matsubara وآخرون ٢٠٠٠).

فسيولوجيا تدهور مزارع الأسبرجس

ينخفض محصول الأسبرجس – عادة – مع تقدم المزرعة فى العمر، بعد وصولها إلى مرحلة أوج الإنتاج، ويرجع معظم ذلك الانخفاض إلى موت أعداد متزايدة من النباتات. وغالبًا .. لا تنجح زراعة نباتات جديدة فى مكان الجور الغائبة، حتى مع تعقيم التربة.

وقد وجد أن جذور الأسبرجس تفرز مركبًا أو مركبات تكون سامة لكل من النبات ذاته (أى تكون autotoxic) ولبعض الأنواع النباتية الأخرى المجاورة له فى التربة (أى تكون allelopathic). وهذه المركبات تذوب فى الماء ويتبقى مفعولها فى التربة لمدة لا تقل عن ٤ إلى ٦ شهور، وقد تصل إلى ٤ سنوات، ويشاهد تأثيرها على الأسبرجس حينما يُراد استغلال الأرض – التى كانت مشتلاً لإنتاج تيجان الأسبرجس – فى زراعة التيجان لأجل الإنتاج التجارى للمحصول؛ حيث تموت معظم التيجان التى يتم شتلها. وتوجد أدلة على أن هذه المركبات هى المسئولة عن قصر عمر مزرعة الأسبرجس وموت نباتاتها بفعل تأثيرها المباشر على النباتات، وتأثيرها غير المباشر على زيادة حساسيتها للإصابة بفطر الفيوزاريم.

تنطلق تلك المركبات ليس فقط من جذور النباتات النامية، ولكن كذلك من بقايا نباتات الأسبرجس المتحللة فى التربة، ويكون اختفاؤها التدريجى – على مدى أربع سنوات – عن طريق التسرب بالرشح، وبفعل الكائنات الدقيقة التى تعمل على تحللها.

ولقد عزل حامض الأسبرجوزك asparagusic acid ومركبات أخرى قريبة منه من نباتات الأسبرجس ووجد أنها كانت سامة لبعض الأنواع الأخرى (أى كانت allelopathic)، ولكنها لم تكن سامة للأسبرجس ذاته. وأمكن التعرف حديثًا على عدة أحماض سِنّاميكية cinnamic acids عزلت من جذور الأسبرجس، ووجد أنها كانت سامة لكل من الأسبرجس والأنواع الأخرى. ومن أمثلة تلك المجموعة الأخيرة: حامض الكافيك Caffeic acid، و حامض الفيرولك ferulic acid، و methylenedioxycinnamic acid. وقد أحدثت الأحماض السيناميكية تأثيرات ضارة بخلايا القمة النامية لجذير

الأسبرجس وبشرته، وكان حامض الفيرولك أقواها تأثيرًا، إلا أن تأثيره كان أشد فى وجود الحامضين الآخرين. وقد تكون الأضرار التى تحدثها الأحماض بخلايا البشرة هى التى تهيئ النباتات للإصابة بالفيوزاريم.

ومن المعروف أن إصابة الريزوم والجذور بفطر الفيوزاريم يُسهم فى تدهور إنتاج مزارع الأسبرجس، كما أمكن التعرف على تفاعل يحدث بين المركبات التى يفرزها النبات وفطر الفيوزاريم؛ حيث إنها تهيئ النباتات لتكون أكثر قابلية للإصابة بالفطر. ويبدو أن تلك المركبات - التى تزيد من تسرب الأيونات - تجعل الأغشية الخلوية أكثر نفاذية، كذلك فإن الجذور المتأثرة بتلك المركبات ينخفض فيها نشاط إنزيم البيروكسيديز؛ مما يجعلها أكثر قابلية للإصابة كذلك. وأخيرًا .. فإن الخلايا المتأثرة بالمركبات ينخفض فيها معدل التنفس عما فى الخلايا الأخرى؛ بما يعنى انخفاض نشاطها الأيضى. وربما يزداد نشاط فطر الفيوزاريم بفعل المركبات التى تتسرب من الجذور.

وتتفاقم مشكلة الإصابة بالفيوزاريم فى النباتات التى تتعرض للشدّ الرطوبى، وكذلك مع استمرار موت الجذور التى يزيد معها إنطلاق المواد السامة التى تؤثر على الجذور المجاورة لها وتجعلها أكثر قابلية للإصابة بالفطر، لتموت هى الأخرى .. وهكذا إلى أن يموت النبات كله. وعند زراعة بذور أو شتلات أو تيجان جديدة فى مكان الجور الغائبة فإن تركيز المواد السامة يكون عاليًا إلى درجة تؤدى إلى موت البادرات أو النباتات الجديدة المزروعة خلال فترة قصيرة (عن Drost ١٩٩٧).

صفات الجودة

المظهر العام

أن من أهم صفات الجودة فى الأسبرجس، ما يلى:

١ - أن تكون المهاميز طويلة، وسميكة:

يتأثر طول المهماز بكل من درجة الحرارة السائدة ومدى النمو الذى يمكن السماح به قبل أن تتفتح قمته النامية. أما قطر المهماز فإنه يتأثر أساسًا بقوة نمو النبات، ويتحكم فيه حجم الخلايا وليس عددها، كما يزداد قطر المهماز فى الزراعات العميقة

عما فى الـزراعات الأقل عمقًا، وقد يرجع ذلك إلى تواجد الإثيلـين بـتركيزات منخفضـة فى الأعماق الكبيرة، وهو الذى يحفز زيادة الخلايا فى الحجم؛ الأمر الذى يلاحظ عنـد إنتاج الأسـبرجس الأبيض الذى تُغطى فيه تيجان النباتات بالتربة إلى عمق كبير.

٢ – يفضل أن تكون المهاميز دائرية فى المقطع العرضى، حيث تكون أعلى سعرًا عن تلك التى يكون مقطعها العرضى بيضاويًا أو مبططًا.

٣ – كما يجب ألاّ تكون المهاميز معرقة ribby؛ الأمر الذى يحدث عند التأخـير فـى الحصاد.

٤ – تفضل المهاميز المستقيمة المنتظمة النمو التى لا يوجد بها اختناق تحت القمة.

٥ – يجب أن تكون قمة الـمهماز مـن براعـم ناعمـة مندمجـة، كمـا يجـب أن تكـون البراعم الجانبية ناعمة ومغطاة بقنابات مندمجة.

٦ – يعنى تفتح قمة المهماز أنه أصبح متقدمًا فى النمو أكثر مما ينبغى، وأنه لم يعـد غضًا. فنجد مع اكتمال نمو المهماز أن براعمه الجانبية تبدأ فى النمـو؛ ممـا يؤثـر سـلبيًا على جودته، حيث يأخذ شكلاً متفتحًا أو متورقًا عند القمة. ويتأثر نمو البراعم الجانبية أساسًا بدرجة الحرارة، حيث يمكن أن يستطيل المهماز كثيرًا فى الجو البارد نسبيًا قبل أن تنمو براعمه الجانبية. وعمومًا فتلك صفـة وراثيـة حيـث يختلـف مـدى اندمـاج قمـة المهماز باختلاف الأصناف تحت نفس الظروف البيئية.

٧ – يجب أن تتقصف المهاميز عند ثنيـها وقبـل أن يبلـغ الثنـى ٩٠°، وألا تتشـكل بالثنى لتصبح على شكل حرف U؛ لأن حدوث ذلك يعنى أنها قد أصبحت ذابلة.

٨ – تفضل المهاميز التى تكون خضراء قاتمة اللون مع تواجد قنابـات قرمزيـة داكنـة اللون، كما فى الصنفين المعروفين جيدًا: مارى واشنطن، ومارثا واشنطن.

٩ – عندما تكون المهاميز بيضاء اللـون بتكويـم التراب عليـها حتـى الحصـاد، فـإن قمتها يجب أن تكون – كذلك – بيضاء اللون؛ لأن ظهور أى تلون بنفسجى بـها يعنـى أنه قد سبق تعرضها للضوء قبل الحصاد (عـن Salunkhe & Desai ١٩٨٤، و Ellison ١٩٨٦).

عدم التليف

تعد نسبة الألياف المنخفضة من أهم صفات الجودة فى مهاميز الأسبرجس، حيث تصبح المهاميز صلبة وغير صالحة للتسويق، إذا زادت نسبة الألياف فيها عن ٠,٢٥٪ من الوزن الطازج.

تنشأ الألياف نتيجة لترسيب طبقات سميكة من اللجنين فى جدر خلايا الطبقة المحيطية والحزم الوعائية بالإضافة إلى تكون مزيد من الخلايا الليفية بالحزم الوعائية.

ومن أهم الحقائق المتعلقة بالخلايا الليفية للأسبرجس، ما يلى:

١ – يزداد دائمًا تكوّن الخلايا الليفية وتزداد الصلابة فى الجزء القاعدى للمهماز عما فى قمته.

٢ – يكون الإحساس بالصلابة أكبر فى المهاميز الرفيعة عما فى السميكة نظرًا لاحتواء الأولى على نسبة أعلى من الخلايا المتليفة على أساس الوزن؛ ففى إحدى الدراسات .. بلغت نسبة الألياف فى المهاميز التى كان قطرها ١ سم ثلاثة أمثال النسبة فى المهاميز التى كان قطرها ١,٩ سم، وذلك عند مقارنتها عند نفس المسافة من القمة النامية (Sosa-Coronel وآخرون ١٩٧٦).

٣ – يزداد محتوى المهاميز البيضاء من الألياف عن المهاميز الخضراء.

٤ – لا توجد سوى اختلافات طفيفة بين أصناف الأسبرجس فى محتواها من الألياف.

٥ – تحتوى المهاميز التى يكتمل تكوينها فى حرارة ١٠–١٣°م على نسبة أعلى من الألياف عن تلك التى تتكون فى درجات الحرارة الأعلى، ويرجع ذلك إلى انخفاض معدل النمو فى الجو البارد مع استمرار تكون الخلايا الليفية بمعدلها الطبيعى، بينما يكون معدل نمو المهاميز فى الحرارة الأعلى أكبر من معدل تكوين الخلايا الليفية. وقد وجد فى إحدى الدراسات أن المدة التى لزمت لوصول مهاميز الأسبرجس (من الصنفين Gijnlim، و Backlim) إلى طول حوالى ٢٢ سم تراوحت بين يومين، و ٢١ يومًا عندما تراوح متوسط درجة الحرارة اليومى بين ٥، و ٢٠°م. وقد ارتبط تكون الألياف السطحية

الجافة فى جلد المهاميز سلبيًا بدرجة الحرارة، كما ازداد تكوينها بشدة عندما كان متوسط الحرارة أقل من ١٤°م، حيث ارتبط تليف المهماز - تحت ١٤°م - سلبيًا - كذلك - مع قطر المهماز . هذا .. وتعتبر نسبة ٠,٢٥٪ كمحتوى للألياف السطحية الجافة هى النسبة الحرجة التى يبدأ المستهلكون بعدها فى ملاحظة ألياف الجلد (Poll ١٩٩٦).

٦ - يؤدى قصف المهاميز عند الحصاد بدلاً من قطعها بالسكين إلى ترك أجزاء كبيرة من قواعد المهاميز فى التربة دون حصاد؛ مما يقلل من نسبة الألياف فى المهاميز بصورة عامة.

٧ - تسهم عديد من العوامل فى تليف المهاميز بعد الحصاد، ويحدث معظم التليف فى خلال فترة الـ ٢٤ ساعة الأولى. ويمكن إبطاء عملية التليف جوهريًا بسرعة تبريد المحصول مبدئيًا إلى ٢°م. كذلك تستمر الزيادة فى تكوين الألياف أثناء التخزين فى حرارة تزيد عن ٢°م. ويمكن خفض محتوى المهاميز من الألياف خفضًا فعليًا بتخزينها فى جو يحتوى على نسبة منخفضة من الأكسجين ونسبة مرتفعة من ثانى أكسيد الكربون. وتفيد تعبئة المهاميز فى مختلف الأغشية، أو وضع قواعد المهاميز على وسائد مبتلة فى خفض معدل الزيادة فى التليف.

ويمكن الحد من ظاهرة تليف مهاميز الأسبرجس بمراعاة ما يلى:

١ - قصف المهاميز يدويًا من تحت سطح التربة بدلاً من قطعها بالسكين.

٢ - حصاد المهاميز وهى مازالت قصيرة فى الجو البارد، وقبل أن يصل طولها إلى ٢٥ سم فى الجو الدافئ.

٣ - تجنب حصاد المهاميز التى يقل قطرها عن ٦ ملليمترات.

ولتقليل تكون الألياف بعد الحصاد يراعى ما يلى:

١ - سرعة تبريد المحصول أوليًا بعد الحصاد إلى ٢°م.

٢ - تخزين المحصول على الصفر المئوى للفترات القصيرة، وعلى ٢°م للفترات الطويلة.

٣ - عدم زيادة فترة التخزين المبرد العادى على أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع.

٤ – يفيد التخزين المبرد فى جو متحكم فى مكوناته يحتوى على ٢–٣٪ أكسجين، و ٥–١٠٪ ثانى أكسيد الكربون فى إطالة فترة التخزين إلى ٤–٥ أسابيع.

٥ – تفيد التعبئة فى الأغشية (film wraps)، أو وضع قواعد المهاميز على وسائد رطبة فى إبطاء عملية التليف.

محتوى العناصر

يحتوى الثلث العلوى من مهماز الأسبرجس على تركيزات أعلى من كل من الفوسفور، والبوتاسيوم، والكالسيوم، والمغنيسيوم، والمنجنيز، والحديد، والزنك، والنحاس عما فى ثلثيه الآخرين، ولكن القمة تحتوى على تركيزات منخفضة نسبيًا من الصوديوم. كذلك يزداد تركيز الكالسيوم، والمغنيسيوم، والفوسفور فى المهاميز مع تقدمها فى النمو (Makus ١٩٩٤، و Amaro-López ١٩٩٦، و Amaro-López وآخرون ١٩٩٩).

ويحتوى الأسبرجس الأخضر على تركيز أعلى من كل من النيتروجين الكلى، والبوتاسيوم، والفوسفور، والكبريت، والكالسيوم، والمغنيسيوم، والزنك، والمنجنيز، والنحاس عن الأسبرجس الأبيض، ولكنه ينخفض عن الأبيض فى محتواه من كل من المواد الصلبة الذائبة والنيتروجين النتراتى.

ومع تقدم موسم الحصاد ينخفض محتوى المهاميز تدريجيًا من كل من المواد الصلبة الذائبة الكلية ومختلف العناصر (Makus ١٩٩٥).

المركبات المسئولة عن النكهة

كانت أكثر المركبات القابلة للتطاير تأثيرًا فى النكهة المميزة للأسبرجس، ما يلى (Ulrich وآخرون ١٩٩٩):

dimethylsulfide

2,3-butanedione

3-methyl thiopropanol

العيوب الفسيولوجية

المرارة

ترجع المرارة التى تظهر فى مهاميز الأسبرجس – بعد فترة من التعرض لظروف غير مناسبة بعد الحصاد – إلى ما يتكون فيها من تانينات tanins وسابونينات soponins، وهى التى تكسبه – كذلك – الطعم القابض.

تشكل التانينات عند الحصاد حوالى ٠,٠٧٪ من الوزن الطازج للربع القاعدى من المهاميز التى يتراوح طولها بين ١٠، و ٢٠ سم، بينما يحتوى الربع القمى على تانينات بنسبة ٠,١٥٪ فى المهاميز التى يبلغ طولها ١٠ سم، و ٠,٢٤٪ فى تلك التى يكون طولها ٢٠ سم.

ويحتوى الأسبرجس الأبيض على السابونينات: asparasaponin I وهو مركب مر الطعم، و asparasaponin II وهو ليس مرًّا، وذلك بالقرب من قاعدة المهماز. أما الأسبرجس الأخضر فإنه لا يحتوى على المركب المر، ولعل ذلك الفرق هو الذى يفسر الطعم الأحلى للأسبرجس الأخضر عن الأبيض (عن Lipton ١٩٩٠).

انهيار قمة المهماز أو عفن القمة

يعد انهيار قمة المهماز tip breakdown أو عفن القمة tiprot من العيوب الفسيولوجية الهامة التى تظهر بعد الحصاد.

وقد وجدت اختلافات معنوية بين نباتات الأسبرجس فى الحقل الواحد (أجريت الدراسة على الصنف Mary Washington 500W) فى شدة إصابة المهاميز بانهيار القمة لدى تركها على حرارة ٢٠°م لمدة خمسة أيام بعد الحصاد، وأظهرت التحاليل ارتفاع نسبة المواد الكربوهيدراتية الذائبة فى النباتات التى انخفضت فى مهاميزها الإصابة بانهيار القمة (Lill وآخرون ١٩٩٤).

ويتأثر ظهور العيب الفسيولوجى عفن قمة المهماز tiprot بالظروف التى كانت النباتات نامية عليها قبل الحصاد؛ ففى الصنف جرسى جاينت Jersey Giant أصيبت المهاميز بعفن القمة بنسبة ٩٩٪ عندما كان نمو النباتات – التى أنتجتها – فى ٢٠°م،

بينما انخفضت نسبة الإصابة إلى ٣٪ فقط عندما كانت الحرارة ١٣°م. وعندما تم التحكم في حرارة المهاميز النامية وتيجان النباتات لتصبح فى ١٣، و ٢٠°م على التوالى، أو بالعكس (٢٠، و ١٣°م على التوالى) .. فإن نسبة إصابة المهاميز بالظاهرة كانت متماثلة وبلغت حوالى ٥٦-٦٢٪. وقد تناسبت شدة الإصابة بعفن قمة المهماز عكسيًا بمحتوى قمة المهماز من السكروز، وتناسبت طرديًا مع كل من معدل تنفس قمة المهماز ومعدل نمو المهماز النسبى. وتعد نسبة السكروز فى قمة المهماز أفضل دليل لاحتمالات شدة الإصابة بعفن القمة، كما أن أفضل وسيلة للحد من الإصابة هى بإنتاج الأسبرجس فى حرارة منخفضة (Lill وآخرون ١٩٩٦).

ولم يمكن تطبيق فروض كوخ Koch's postulates لإثبات وجود مسبب ميكروبى لهذا العيب الفسيولوجى، الذى يبدو أنه يحدث نتيجة لتفاعلات معقدة بين كل من ظروف التخزين، والتركيب الوراثى، والاحتياجات الأيضية (Carpenter وآخرون ١٩٩٦).

تفتح القمة "الترييش"

تحدث ظاهرة الترييش feathering إذا ما تركت المهاميز لتنمو أكثر مما ينبغى؛ الأمر الذى تزداد فرصة حدوثه عندما تكون الحرارة عالية، حيث تزداد سرعة استطالة السلاميات واستطالة البراعم الجانبية؛ ومن ثم تتفتح البراعم.

التشقق

تصاب المهاميز بالتشقق بعد الحصاد، وتتأثر نسبة الإصابة بكل من درجة الحرارة التى كانت عليها النباتات قبل الحصاد، والمعاملات التى تخضع لها المهاميز بعد الحصاد، كما يتضح من جدول (٣-٢):

أضرار الصقيع

يمكن أن يؤدى الصقيع frost (حرارة التجمد) إلى الإضرار بالمهاميز النامية فوق سطح التربة؛ حيث تؤدى البللورات الثلجية التى تتكون فيها إلى تمزيق الخلايا؛ مما يجعل المهاميز مرتخية بعد ذوبان الثلج (بعد التفكك). تكون المهاميز المصابة بالتجمد أكثر

اخضرارًا ومائية المظهر ويجب استبعادها. وفى حالات الإصابة الشديدة يحسن جمع واستبعاد جميع المهاميز الظاهرة بعد انتهاء موجة الصقيع.

جدول (٣-٢): تأثير درجة الحرارة السابقة للحصاد، ومعاملات ما بعد الحصاد على نسبة إصابة مهاميز الأسبرجس بالتشقق (Poll ١٩٩٦).

الحرارة (م°)		التشقق (٪)		
الهواء	التربة	بعد التشذيب	قبل الغسيل	بعد الغسيل
٢٥	١٥	٤٧,٢	٤٣,٧	٦١,٥
١٥	١٥	١٥,٤	١٢,٢	٤٦,١
١٥	٢٥	٥٦,٠	٥٠,٧	٦٢,١
٢٥	٢٥	٦٣,٩	٢٥,٩	٣٤,٨

ويستدل من ذلك أن وجود فرق كبير بين حرارة الهواء والتربة يزيد من التشقق، وأن الحرارة المنخفضة تقلله.

أضرار الرياح

تؤدى الرياح الجافة، وكذلك الرمال التى تذروها الرياح إلى جفاف جانب المهماز المواجه للرياح؛ مما يؤدى إلى انحناء المهماز فى عكس اتجاه الرياح.

الساق الأجوف

تؤدى الرطوبة الأرضية العالية المصحوبة بارتفاع فى مستوى النيتروجين فى التربة إلى تجوف المهماز عند منتصفه.

الجفاف والذبول

يحدث أحيانًا فى الأراضى الرملية أن تصبح المهاميز جافة وذابلة بعد فترة قصيرة من بزوغها من التربة، وذلك فى الحالات التى تتعرض فيها تلك الأراضى لنقص شديد فى الرطوبة الأرضية. يبدأ الجفاف فى قمة المهماز، ويصبح المهماز كله جافًا وأسود اللون وهو بطول ١٠-٣٠ سم.



الفصل الرابع

حصاد، وتداول، وتخزين، وتصدير الأسبرجس

الحصاد

توقيت بداية الحصاد فى مزارع الأسبرجس ومدته السنوية

أيًّا كانت الطريقة التى تتبع فى تكاثر الأسبرجس .. فإنه يلزم – عادة – مرور ثلاث سنوات كاملة من زراعة البذور إلى حين الحصول على محصول جيد من الأسبرجس، علمًا بأن الحصاد يبدأ خلال العام الثالث ذاته – أى بعد مرور سنتين على زراعة البذور أو سنة واحدة على شتل التيجان – ولكن لفترة قصيرة لكى لا يؤثر على مخزون الغذاء للعام التالى. كما يمكن فى المناطق ذات موسم النمو الطويل بداية الحصاد خلال العام الثانى لزراعة البذور أو فى سنة شتل التيجان، ولكن لفترة قصيرة جدًا للهدف ذاته.

إن الهدف من تأجيل الحصاد هو إعطاء النباتات فرصة لكى يتكون لها ريزومات وجذور لحمية كبيرة؛ لأن ما يخزن بها من غذاء هو الذى يعتمد عليه النبات – عند إنتاج محصول المهاميز الجديدة – فى بداية الربيع. وللسبب ذاته .. فإن فترة الحصاد تكون قصيرة فى أول موسم للحصاد، ولا تتعدى شهرًا واحدًا، ثم تزيد – تدريجيًا – بعد ذلك إلى أن تصل إلى ٢–٣ أشهر (Thompson & Kelly ١٩٥٧)، لكن يفضل ألا تزيد فترة الحصاد عن شهرين. وينصح Shelton & Lacy (١٩٨٠) بتقصير فترة الحصاد عن ذلك خلال السنوات الأولى من عمر المزرعة. وتبين ذلك من دراستهما – المبينة فى جدول (٤–١) على صنف الأسبرجس مارى واشنطون، الذى شتلت نباتاته وهى بعمر سنة، وتركت لمدة عامين دون حصاد، ثم بدأت معاملات الحصاد فى السنة الثالثة، واستمرت لمدة عامين، ثم درس تأثيرها على المحصول فى السنة التالية. وقد تبين من دراستهما أن مستوى المواد الكربوهيدراتية المخزنة فى جذور الأسبرجس يقل أثناء

الحصاد، ويستمر فى النقصان أثناء مرحلة النمو الخضرى أيضًا، ثم يبدأ فى الزيادة بعد اكتمال نمو السيقان؛ حيث يصل مستوى الغذاء المخزن فيها إلى ما كان عليه قبل بدء الحصاد فى حوالى منتصف فصل الصيف، وقد تساوى مستوى الغذاء المخزن فى الجذور فى جميع المعاملات فى نهاية فصل الصيف.

جدول (٤-١): تأثير فترة الحصاد خلال السنتين الثالثة والرابعة من عمر المزرعة على كمية المحصول ونوعيته فى السنة الرابعة [1] (عن Shelton & Lacy ١٩٨٠).

فترة الحصاد بالأسبوع			محصول عام ١٩٧٨[2]		
١٩٧٦	١٩٧٧	١٩٨٧	عدد المهاميز الصالحة للتسويق[3]/هكتار (× ١٠ ³)	المحصول الصالح للتسويق (كجم/هكتار)	النسبة المئوية للمهاميز الصالحة للتسويق
صفر	٤	٦	١٥٥ أ	٣١٢٠ أ	٦٥ أ
٢	٦	٦	١٣٠ أ	٢٦٤٠ أ	٦٥ أ
٤	٨	٦	٩٩ ب	١٩٥٥ ب	٥٨ ب
٦	١٠	٦	٨٤ ب	١٧٠٦ ب	٥٥ ب

(١) تركت المزرعة بدون حصاد خلال أول سنتين من عمرها.

(٢) القيم التى يليها حرف أبجدى مشترك لا تختلف عن بعضها جوهريًا على مستوى احتمال ٥٪،حسب اختبار دنكن.

(٣) اعتبرت المهاميز الصالحة للتسويق تلك التى لا يقل قطرها عن ١ سم.

وفى كل الأحوال يجب عدم إطالة فترة الحصاد إلى الحد الذى يؤدى إلى تقصير فترة النمو القمى عن أربعة شهور، كما لا تجب زيادة فترة الحصاد - حتى مع توفر موسم النمو الطويل - عن ٨٠ إلى ٩٠ يومًا أو عن الفترة التى يلاحظ بعدها صغر أقطار المهاميز؛ لأن ذلك يعنى استنفاذ الغذاء المخزن فى الجذور، وهو الذى يلزم جزء منه لبدء دعم النمو الخضرى بعد انتهاء موسم الحصاد.

ويمكن فى الظروف المصرية حصاد الأسبرجس إما خلال شهرى فبراير ومارس، وإما خلال الفترة من أكتوبر إلى ديسمبر، ويتوقف ذلك على الفترة التى يتم خلالها التوقف عن الرى؛ فلأجل الحصاد فى الربيع يوقف الرى من أول سبتمبر حتى أواخر ديسمبر، ولأجل الحصاد فى الخريف يوقف الرى من منتصف يونيو إلى منتصف سبتمبر (عن Nassar & Crandall ١٩٨٧).

المدة السنوية للحصاد وعلاقتها بعمر المزرعة وقوة النمو النباتى

يمكن فى المناطق التى يكون موسم النمو فيها طويلاً بدء الحصاد بعد عام واحد من زراعة التيجان كما أسلفنا، علمًا بأن ذلك الإجراء لا يفيد فقط فى الحصول على محصول من الأسبرجس فى العام التالى لعام الزراعة، وإنما يتعداه إلى زيادة سمك المهاميز المنتجة فى الموسم التالى لموسم الحصاد الأول، ويرجع ذلك إلى أن الحصاد يؤدى إلى التغلب على ظاهرة السيادة القمية فى التيجان وتحفيز البراعم الساكنة فيها على النمو. أما فى المناطق التى يكون موسم النمو فيها قصيرًا .. فإن التأثير السلبى لبدء الحصاد بعد عام واحد من زراعة التيجان على النمو النباتى يكون قويًّا نظرًا لأن الفترة التى تتبقى من موسم النمو – بعد الحصاد – لا تكون كافية لإعطاء نمو خضرى جيد وتخزين قدر كافٍ من الغذاء المجهز فى الجذور.

وتؤدى زيادة فترة الحصاد عن ثمانية أسابيع فى المزارع المعمرة إلى زيادة المحصول (عدد المهاميز ووزنها الكلى)، ولكن مع نقص نسبة المهاميز الكبيرة الحجم، ونقص محصول العام التالى؛ بسبب استنزاف فترة الحصاد الطويلة لمخزون الغذاء المخزن بالجذور، وتقليلها لعدد البراعم المتكونة والتى تلزم للنمو الخضرى، وتقليلها لقوة النموات الخضرية التى تتكون بعد الحصاد، وتأخيرها لبدء تراكم المواد الكربوهيدراتية بعد انتهاء فترة الحصاد، وكذلك تأخيرها لتكوين البراعم؛ الأمر الذى يعمل على تقليل عمر المزرعة (عن Drost ١٩٩٧).

يوقف الحصاد – عادة – بعدما يلاحظ حدوث نقص سريع فى أعداد المهاميز المتكونة وأقطارها؛ فذلك يعنى أن مخزون المواد الكربوهيدراتية قد انخفض، وأن استمرار الحصاد بعد ذلك يمكن أن يؤدى إلى خفض المخزون إلى مستوى يؤثر سلبيًّا على النمو الخضرى، الذى يؤثر – بدوره – سلبيًا – على محصول المهاميز فى العام التالى. وعمومًا .. لا تزيد فترة الحصاد عن ٢–٣ أسابيع فى السنوات التى تعقب السنوات التى يكون النمو الخضرى فيها محدودًا ، بينما تزيد فترة الحصاد إلى ١٥ أسبوعًا عندما يكون النمو الخضرى السابق له قويًّا (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

ونظرًا لتوقف فترة الحصاد على درجة الحرارة السائدة – وهي التي تختلف من سنة لأخرى – فإنه لا يفضل تحديد مدة معينة للحصاد سنويًا حسب عمر المزرعة، ولكن يفضل الاستمرار في الحصاد إلى أن يظهر أن حوالي ٢٥٪ إلى ٧٥٪ من المهاميز أصبحت أقل من ٩مم في القطر؛ فحينئذٍ .. يحسن التوقف عن الحصاد لذلك العام.

وقد اتضح من دراسة أجريت لمدة ثماني سنوات على ١٣ تركيبًا وراثيًّا من الأسبرجس وجود ارتباط عال (r ≥ ٠,٩٥) بين حاصل ضرب: دليل قوة النمو الخضرى × النسبة المئوية السنوية للمحصول الصالح للتسويق، وبين المحصول الكلى، وكان المحصول الكلى مرتبطًا جوهريًا بدرجة عالية بدليل قوة النمو الخضرى، ولكن ليس مع المحصول الصالح للتسويق. ويمكن بالاستفادة من تلك العلاقات التنبؤ بالمحصول الكلى المتوقع فى نهاية الموسم بعد ثلاث جمعات فقط فى أوله (Wolyn ١٩٩٣).

الأمور التى تجب مراعاتها عند الحصاد

تراعى عند الحصاد الأمور التالية:

١ – تكون بداية الحصاد (التى تتوافق مع بداية ارتفاع درجة الحرارة فى نهاية شهر فبراير وأوائل شهر مارس) .. تكون عندما تصبح المهاميز الأولى فى التكوين بطول ١٣–٢٠سم فوق سطح الأرض.

٢ – يكون الحصاد فى بداية الموسم كل ٥–٦ أيام، ولكن مع التقدم نحو منتصف موسم الحصاد يمكن أن تقطع المهاميز يوميًا أو كل يومين أو ثلاثة أيام حسب درجة الحرارة السائدة. وقد يحتاج الأمر إلى تكرار الحصاد صباح ومساء كل يوم عند الرغبة فى إنتاج مهاميز بيضاء فى الأيام شديدة الحرارة.

تؤثر حرارة التربة على سرعة نمو المهاميز، حيث تبدأ نموها فى حرارة ١٠°م، ويزداد معدل نموها بارتفاع درجة الحرارة إلى أن يبلغ معدل النمو أقصاه فى حرارة ٢٤–٢٩°م. ويمكن عن طريق التحكم فى طول المهماز عند الحصاد التحكم فى الفترة بين القطفات، والعكس بالعكس، وذلك باعتبار أنه لا يمكن التحكم فى درجة الحرارة. كما تجدر الإشارة إلى أن سرعة نمو المهاميز تتضاعف مع كل زيادة فى درجة الحرارة مقدارها عشر درجات فى المجال الحرارى الملائم للنمو.

وتزداد – عادة – نسبة المهاميز التى يجرى استبعادها صيفًا – عند ارتفاع درجة الحرارة – إلى حوالى ٥٠٪، ويكون الاستبعاد بسبب تفتح قمة المهماز وتفرعها، ونحافتها الزائدة، وتدببها بشدة عند القمة (عن Takatori وآخرين ١٩٧٧).

٣ – يجرى الحصاد عادة فى الصباح الباكر، حيث تكون الحرارة منخفضة نسبيًّا (وهذا أمر مرغوب فيه؛ لأن نوعية مهاميز الهليون تتدهور بشدة بعد الحصاد فى الجو الحار)، وتكون المهاميز نضرة ويسهل قصفها.

هذا .. ويكون وزن المهماز – قبل الحصاد – أعلى ما يمكن فى الصباح الباكر، ثم يقل وزنه قليلاً مع تقدم الوقت؛ ذلك لأنه يكون أكثر امتلاء بالرطوبة قبل ارتفاع الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية أثناء النهار.

طرق الحصاد

قد يجرى الحصاد آليًا، ولكنه يجرى – غالبًا – يدويًّا.

الحصاد الآلى

يحصد الأسبرجس آليًا فى عدد قليل من المزارع الكبيرة بالولايات المتحدة وأوروبا، إلا أن كفاءة عملية الحصاد الآلى لا تكون عالية نظرًا لأن المهاميز لا تظهر فى وقت واحد، كما أنها تكون فى درجات مختلفة من النمو وتختلف فى أطوالها؛ ولذا .. فإن المحصول الناتج من الحصاد الآلى يناسب التصنيع وليس الاستهلاك الطازج. وفى حالة إجراء الحصاد آليًّا .. فإن ذلك يتم كل حوالى ١٠ أيام لعدة مرات خلال الموسم. ويعد انخفاض تكلفة الحصاد الميزة الوحيدة للحصاد الآلى، بينما يكون المحصول الناتج أقل كمية وجودة.

الحصاد اليدوى

يمكن إجراء الحصاد اليدوى إما بقطع المهاميز؛ بالسكين من تحت سطح التربة، وإما بقصفها باليد من فوق سطح التربة، مع مراعاة أن يتراوح طولها البارز فوق سطح التربة – بالنسبة للأسبرجس الأخضر – بين ١٣، و ٢٠سم.

يجرى قطع المهاميز بالسكين من تحت سطح التربة بحوالى ٣–٥ سم، مع مراعاة

الاحتراس حتى لا يجرح تاج النبات أو المهاميز الأخرى، وتتم عملية القطع بإنزال سكين خاص رأسيًا بجانب المهماز المراد حصاده، ثم يضغط عليه باتجاه المهماز. وبينما يتطلب القطع بالسكين وقتًا أطول للحصاد عما تتطلبه عملية القصف اليدوى، فإنه يؤدى إلى زيادة المحصول بين ٢٠٪، و ٢٥٪ لأن المهاميز تكون أطول. ولكن يعاب على القطع من تحت سطح التربة احتمالات تجريح المهاميز الأخرى المتكونة من نفس التاج والتى تكون فى طريقها إلى الظهور.

ويكون حصاد المهاميز البيضاء أكثر صعوبة من الخضراء؛ حيث يتم ذلك بمجرد ظهور قمتها عند سطح التربة أو حتى قبل ذلك عندما تبدأ فى رفع غطاء التربة بواسطة القمة النامية؛ ذلك لأن تعرضها للضوء يؤدى إلى تكون الكلوروفيل فيها؛ الأمر الذى يحط من قيمتها التسويقية. ويجب غرس سكين الحصاد حتى قاعدة المهماز لقطعة أعلى الريزوم مباشرة دون تجريحه (Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

يراعى دائمًا عند الحصاد بالسكين تجنب تجريح التيجان، و البراعم، والمهاميز الصغيرة النامية التى لم تظهر بعد على سطح التربة.

أما الطريقة الأخرى للحصاد اليدوى فإنها تجرى بجذب المهماز – يدويًا – مع الإمساك به من أسفل القمة النامية بقليل، وقصفه من تحت سطح التربة. يكون قصف المهماز – عادة – أعلى منطقة التليف مباشرة؛ بمعنى أن جزء المهماز الذى يتبقى فى الحقل يكون متليفًا، وهو يكون – عادة – جزءًا صغيرًا سريعًا ما يجف ويتحلل. ولا يظهر مهماز جديد من نفس الموقع، ولكنه يتكون من برعم آخر من مكان آخر من التاج. وتتميز المهاميز التى تحصد بالقصف اليدوى بأنها تكون خضراء اللون على امتداد طولها، ولا تحتاج إلى تشذيب.

يراعى قطع واستبعاد جميع المهاميز التى تتجاوز مرحلة النمو المناسبة للاستهلاك؛ لأن تركها على النبات يؤدى إلى تقصير فترة الحصاد،وصعوبة حصاد المهاميز التى تظهر بعد ذلك. هذا .. مع العلم بأن المهاميز التى يزيد طولها البارز فوق سطح التربة عن ٢٠سم، تكون متليفة، وتتفتح براعمها (تحدث بها ظاهرة التربيش)، ويزداد طول سلامياتها، ويقل اندماج قمتها.

وقد أدى قطع المهاميز من تحت سطح التربة مباشرة وهى بطول ١٣ ، أو ١٨ ، أو ٢٣سم مع تقسيمها بعد الحصاد حسب قطر قواعدها إلى صغيرة (٠,٦٠–٠,٩٥سم)، ومتوسطة (١,٠–١,٢٥سم)، وكبيرة (١,٢٦–١,٥٩سم)، وضخمة (جمبو: أكبر من ١,٦سم)، ومستبعدة culls .. أدى ذلك إلى نقص محصول المهاميز الصغيرة والمتوسطة جوهريًّا حينما كان الحصاد عند طول ١٣سم مقارنة بطول ١٨سم أو ٢٣سم. أما محصول المهاميز الجمبو وكذلك المحصول الكلى فقد ازدادا جوهريًّا مع كل زيادة فى طول المهماز عند الحصاد (Dean ١٩٩٣).

أما المهاميز التى يتم تبييضها بالترديم على تيجان النباتات .. فإنها تحصد بمجرد ظهور قمتها فوق سطح التربة، حتى لا تكتسب اللون الأخضر، ويكون قطعها من أسفل سطح كومة التراب بنحو ١٥سم، مع ضرورة أن يكون القطع فوق مستوى تاج النبات بنحو ٣–٥ سم؛ حتى لا يتضرر من جراء عملية الحصاد.

يلزم عاملان لحصاد الفدان الواحد فى كل مرة يجرى فيها الحصاد.

ويتراوح المحصول – عادة – بين ١٢٥٠٠٠، و ١٥٠٠٠٠ ألف مهماز للفدان، أو حوالى طن إلى طنين حسب عمر المزرعة.

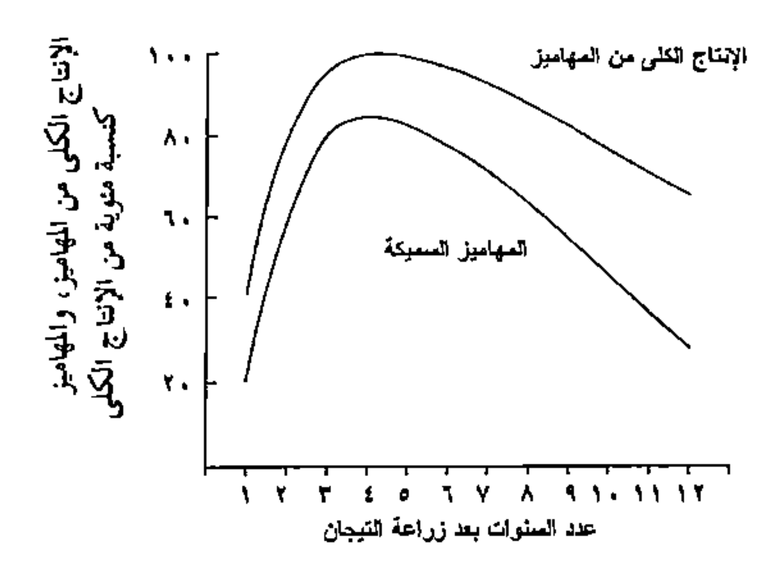
كمية المحصول وتأثرها بعمر المزرعة

عندما تكون زراعة الأسبرجس فى تربة بكر خالية من مسببات الأمراض، فإن تلك المزارع تُعَمِّر عادة لمدة تتراوح بين ١٥، و ٢٠ عامًا. وفى خلال تلك الفترة تكون قمة الإنتاج فى العام السادس أو السابع، ولكن الإنتاج يبقى عاليًا من العام السابع إلى الثانى عشر. هذا .. ويتناقص إنتاج المزرعة بنسبة حوالى ٥٪ سنويًا بداية من العام العاشر. وبعد العام الخامس عشر لا تصبح المزرعة مربحة بصورة اقتصادية، ويجب إنهاؤها عندما يظهر انخفاض واضح فى نسبة المهاميز الكبيرة الحجم المنتجة منها، ويحدث ذلك بسبب الإصابات المرضية والحشرية والأضرار التى تحدث بالتيجان. كذلك فإنه مع تقدم المزرعة فى العمر فإن الريزومات تقترب تدريجيًّا من سطح التربة، حيث يقضى على كثير من براعمها القمية الكبيرة عند العزيق؛ مما يحفز نمو البراعم الجانبية الصغيرة.

ويكون محصول المهاميز مع تقدم المزرعة فـى العمـر موزعًـا – تقريبًـا – علـى النحـو التالى (عن Jones & Roza ١٩٢٨):

السنة	المحصول (طن/فدان)	السنة	المحصول (طن/فدان)
الأولى	صفر	السابعة	٢,٠٥٠
الثانية	٠,٢٢٥	الثامنة	٢,٢٧٥
الثالثة	٠,٤٥٠	التاسعة	٢.٢٧٥
الرابعة	٠,٩٠٠	العاشرة	٢,١٥٠
الخامسة	١,٨٠٠	الحادية عشر	٢,٠٥٠
السادسة	١,٩٥٠		

ولا يقتصر تأثير عمر المزرعة على المحصـول الناتج منها فقط، بل يتعـداه – كذلـك – إلى التأثير فى نسبة المهاميز السميكة التى يزداد تناقصـها – كـأعداد مطلقـة وكنسـبة مئوية – مع تقدم المزرعة فى العمر (شكل ٤–١).



شكل (٤– ١): العلاقة بين إنتاج المهاميز السميكة مقارنة بالإنتاج الكلى للمهاميز مع تقدم عمـر مزرعة الأسبرجس (عن **Rubatzky & Yamaguchi** ١٩٩٩).

التداول

إن من أهم الشروط التى يجب أن تتوفر فى مهاميز الأسبرجس الجيدة هى أن تكون طازجة، وبطول واحد، ومستقيمة، وخالية من الأعفان والأضرار، كما يجب ألا يقل قطرها عند القاعدة عن ١٢مم، ولا يقل طولها عن ١٨-٢٢سم، ولا يقل الجزء الأخضر منها عن ثلثا طولها.

وتعد مهاميز الأسبرجس من أسرع الخضر تعرضًا للتدهور والتلف بعد الحصاد، وهو ما يتطلب سرعة تسويقها وتداولها بحرص بالغ. وتكون نوعية الهليون أفضل ما تكون عليه إذا استهلكت فى خلال ساعات قليلة من حصادها، ولكن ذلك لا يتيسر إلا فى الحدائق المنزلية.

التدريج

إذا تطلب السوق أن يكون الأسبرجس مدرجًا .. لزم أن تتم عملية التدريج قبل التعبئة. ويمكن الرجوع إلى المواصفات القياسية الدولية لرتب الأسبرجس فى OECD (١٩٧١)، وإلى المواصفات الرسمية فى الولايات المتحدة فى Ehlert & Seeling (١٩٦٦). يمكن القول – إجمالاً– إن أفضل الرتب هى التى يزيد قطر المهاميز فيها عن ٢,٢سم، بينما يتراوح قطر المهاميز فى أقل الرتب من ٦-١٢مم.

وعادة .. تدرج مهاميز الأسبرجس حسب أقطارها، كما يلى:

التصنيف	القطر (مم)
صغيرة	٦ إلى أقل من ٩
قياسية	٩ إلى أقل من ١٣
كبيرة	١٣ إلى أقل من ١٩
كبيرة جدا	١٩ إلى أقل من ٢٤
ضخمة	٢٤ فأكبر

الغسيل والربط فى حزم

تعد مهاميز الأسبرجس للتسويق بغسلها وربطها فى حزم، بحيث تكون قمة المهاميز

كلها فى اتجاه واحد وفى مستوى واحد، ثم تقطع من قواعدها بحيث تصبح متساوية فى الطول. وتترك الحزم إلى حين تعبئتها – وهى فى وضع رأسى فى صوانٍ بها ماء بحيث تكون قواعد المهاميز مغمورة فى الماء إلى عمق ٥–٧سم.

وإذا تركت المهاميز فى وضع أفقى بعد الحصاد فإن أطرافها تبدأ فى الاتجاه إلى أعلى مما يجعلها أقل صلاحية للتسويق.

هذا .. ويؤدى خدش المهاميز أثناء التداول وتعرضها لحرارة تزيد عن ٥°م إلى زيادة تعرضها للإصابة بكل من العفن الطرى البكتيرى، والعفن الرمادى، والفيوزاريم.

معاملات خاصة لإطالة فترة التخزين

١ – المعاملة بالسيتوكينينات:

إن من أهم المشاكل التى يتعرض لها الأسبرجس أثناء التسويق: سرعة تحلل الكلوروفيل، وهو ما يفقدها لونها الأخضر، وقد وجد أن غمس المهاميز فى محلول منظم النمو 6-benzyl amino purine (اختصارًا BA) – بتركيز ٢٥ جزءًا فى المليون لمدة ١٠ دقائق – يبطئ تحلل الكلوروفيل لمدة ١٠ أيام بعد المعاملة (عن Edmond وآخرين ١٩٧٥).

٢ – المعاملة بالماء الساخن:

أدى غمس مهاميز الأسبرجس بعد الحصاد مباشرة فى ماء ساخن على حرارة ٤٧,٥°م لمدة ٢–٥ دقائق، ثم تبريدها مبدئيًا بأسرع ما يكون .. أدى ذلك إلى منع انحناء المهاميز بعد ٧ أيام من التخزين على ١٠°م. وأدى رفع الحرارة عن ذلك أو إجراء الغمس لمدة أطول إلى إحداث تدهور غير مقبول فى المظهر العام للمهاميز (Paull & Chen ١٩٩٩).

التعبئة والعبوات

تعرض المهاميز للبيع فى الأسواق – عادة – على شكل حزم تزن حوالى نصف كيلوجرام، وتكون قواعدها فى مستوى واحد، وتوضع رأسية فى صوانٍ غير عميقة يوجد بها إما ماء مثلج أو وسائد مبللة بالماء المثلج يعاد ترطيبها على فترات متقاربة

لتجنب ذبولها. كما أن رش المهاميز بالماء البارد يفيد – كذلك – في المحافظة على جودتها.

وتتوفر عبوات خاصة للأسبرجس ذات المهاميز الطويلة المستدقة من أعلى، تكون أوسع عند قاعدتها عما في قمتها. ونظرًا لأن المهاميز تستمر في الاستطالة بعد الحصاد؛ لذا فإن العبوات تكون دائمًا أطول من المهاميز المعبأة فيها لكي تستوعب الزيادة في الطول.

وقد تعبأ المهاميز في أكياس بلاستيكية مثقبة دونها حاجة إلى ربطها في حزم، ويفيد ذلك في خفض سرعة فقدان الرطوبة، وإبطاء التليف، والمحافظة على محتوى المهاميز من حامض الأسكوربيك. ويراعى أن تكون الأكياس التي تعبأ فيها المهاميز مثقبة؛ حتى لا يحدث فيها تنفس لا هوائي ينتج عنه طعم غير مقبول وروائح كريهة؛ بسبب سريعة استنفاذ الأكسجين وتراكم ثاني أكسيد الكربون بالتنفس. ويتطلب الأمر حوالي ٦ ثقوب بقطر ٦مم لكل منها لتوفير تهوية جيدة لنحو ٤٥٠ جم من المهاميز التي يبلغ طولها ١٧,٥سم. وتجب مضاعفة عدد الثقوب بالنسبة للمهاميز الأقصر من ذلك؛ لأن معدل التنفس فيها يكون أعلى عما في المهاميز الطويلة. هذا .. فضلاً عن أن الأغشية غير المثقبة يمكن أن تؤدي إلى تراكم الإثيلين الذي يُسرع – بدورة – من تليف المهاميز (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

وقد أمكن تخزين الأسبرجس الأخضر بحالة جيدة لمدة ٣٠ يومًا بتغليفه بأغشية البوليثلين، وحفظه على –٠,٥°م (Itoh وآخرون ١٩٩٤).

التبريد الأولي

إن من أهم التغيرات التي تحدث في مهاميز الأسبرجس في الحرارة العالية بعد الحصاد، ما يلي:

١ – ازدياد الطول.

٢ – التليف.

تبدأ نسبة الألياف في الزيادة في المهاميز من لحظة حصادها، وتتناسب تلك الزيادة طرديًا مع درجة الحرارة التي تتعرض لها المهاميز بعد الحصاد.

٣ – فقدان الطعم الجيد.

٤ – انخفاض محتواها من حامض الأسكوربيك.

٥ – الإصابة بالأعفان.

ويعد الأسبرجس من أعلى الخضر فى سرعة التنفس بعد الحصاد؛ ذلك لأن المهماز عبارة عن قمة الساق البادئة فى التكوين، وهى التى تكون فى أوج نشاطها عند حصادها. ولذا .. فإنها تتدهور سريعًا فى الحرارة العالية؛ الأمر الذى يستلزم سرعة تبريدها أوليًّا إلى ٢–٣°م سريعًا بعد حصادها، لأجل التخلص من حرارة الحقل.

يفضل إجراء التبريد الأولى بالماء المثلج.

ولأجل زيادة سرعة عملية التبريد المبدئى وزيادة كفاءتها يفضل وضع المهاميز بعد حصادها مباشرة فى صوانٍ بلاستيكية مثقبة ليمكن غمرها فى الماء البارد أو تعريضها لرذاذ الماء البارد.

يجب أن يحتوى الماء المستخدم فى التبريد على الكلور بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون. يفيد ذلك فى تقليل الإصابة بالعفن الطرى البكتيرى والحد من انتشار هذا المرض أثناء الشحن.

وقد أدت زيادة تركيز الكلور فى ماء الغسيل من ١٠٠ إلى ٤٠٠ جزء فى المليون إلى زيادة كفاءة مكافحة العفن الطرى البكتيرى بعد الحصاد، كما كان استعمال هيبوكلوريت الصوديوم أكثر كفاءة فى هذا الشأن عن هيبوكلوريت الكالسيوم (Ketsa & Piyasaengthong ١٩٩٤).

وعندما قورنت طرقًا مختلفة للتبريد المبدئى .. تباينت فترة نصف التبريد half cooling time (وهى الفترة التى تلزم لخفض حرارة المنتَج إلى نصف الفرق بين حرارة المنتَج عند بداية التبريد وحرارة وسط التبريد) بين ١,٥ دقيقة عندما أجرى التبريد المبدئى بطريقة الماء المثلج hydrocooling، و ١,٥ ساعة عندما أجرى بطريقة الدفع الجبرى للهواء forced-air cooling، و ٥,٧٥ ساعة عندما كان التبريد فى الغرف الباردة room cooling. وقد حدث التبريد بصورة أسرع فى أنسجة قمة المهاميز عما فى أنسجتها الوسطى أو القاعدية. هذا بينما لم تؤثر طريقة التبريد المتبعة على الإصابة بعفن

القمة أو صفات الجودة الظاهرية أو صلابة المهاميز، كما لم تتأثر تلك الخصائص بتأخير التبريد لمدة ١٢ ساعة فى حرارة الهواء العادية بعد حصادها. ومع ذلك فقد أوصى بإجراء التبريد الأولى إما بالماء المثلج أو بطريقة الدفع الجبرى للهواء فى خلال ٤-١٢ ساعة من الحصاد (Lallu وآخرون ٢٠٠٠).

التخزين والشحن

التخزين المبرد العادى

إن أفضل حرارة لتداول وتخزين الأسبرجس هى: ٢°م مع رطوبة نسبية تزيد عن ٩٥٪، حيث يمكن أن تبقى المهاميز بحالة جيدة تحت هذه الظروف لمدة ١٠-١٤ يومًا.

وتتعرض المهاميز للإصابة بأضرار البرودة إذا تعرضت لحرارة الصفر المئوى لمدة ١٠ أيام، أو لحرارة ١°م لمدة أسبوعين؛ هذا .. بينما تكون المهاميز سريعة التدهور فى حرارة تزيد عن ٤°م.

وبينما يفيد غمر قواعد المهاميز فى الماء فى بقائها ممتلئة turgid ومنتصبة إلا أن ذلك الإجراء يحفز إصابة قواعد المهاميز بالأعفان (Heyes وآخرون ١٩٩٨).

كذلك فإن توفر الماء الحر عند قواعد المهاميز يؤدى إلى زيادتها فى الطول أثناء الشحن والتخزين، وتتوقف سرعة استطالتها على درجة الحرارة؛ ففى ١°م يبلغ معدل الاستطالة ٣,٥ مم فى خلال ٨ أيام، بينما تصل الاستطالة إلى ٢٥,٤ مم خلال نفس المدة على ١٣°م، وتزداد أكثر فى درجات الحرارة الأعلى من ذلك.

ولا يجب أبدًا تخزين الأسبرجس مع الثمار المنتجة للإثيلين مثل التفاح والكنتالوب وغيرهما، علمًا بأن الإثيلين يؤدى إلى استطالة المهاميز بصورة غير مرغوب فيها، وانحنائها، فضلاً عن تليفها.

ومن الأهمية بمكان المحافظة على سلسلة التبريد بداية من التبريد المبدئى حتى وصول المنتج إلى المستهلك.

ويؤدى عدم المحافظة على سلسلة التبريد أثناء الشحن الجوى بسبب عدم توفر التبريد على الطائرات، وعدم توفر التبريد خلال فترة التحميل والتفريغ فى المطارات ..

يؤدى ذلك إلى حدوث فقد كبير فى صفات الجودة. وفى محاكاة لظروف الشحن الجوى .. دُرس تأثير استعمال أنواع مختلفة من أغطية البالتات، وتأثير إضافة الثلج المجروش العادى أو الثلج الجاف (ثانى أكسيد الكربون المجمد) على درجة الحرارة داخل البالتة، وذلك بتبريد بالتة الأسبرجس أولاً إلى صفر-٢°م، ثم إجراء المعاملة، ثم رفع حرارة الغرفة إلى ٢٠°م، مع تسجيل الحرارة خلال فترة التجربة فى مختلف أجزاء البالتة. وقد أظهرت الدراسة، ما يلى:

١ – كانت تغطية البالتات بغلاف ألومنيومى aluminium foil مبطن بأى من غشاء الفقاقيع الهوائية (polybubble laminate)، أو طبقة من الفوم (foam plastic laminate)، أو التغطية بالورق بين غلافين ألومنيوميين .. كانت جميع هذه المعاملات فعالة فى المحافظة على البرودة داخل البالتات.

٢ – أدى استعمال الثلج المجروش أو الثلج الجاف إلى زيادة المحافظة على البرودة وخفض الارتفاع فى درجة حرارة البالتات.

٣ – أوصت الدراسة باستعمال أى من أنواع الأغطية مع أى من نوعى الثلج فى المحافظة على الحرارة المنخفضة داخل بالتات الأسبرجس عند شحنها بطريق الجو (Bycroft وآخرون ١٩٩٦).

التخزين فى الجو المعتدل

درس تأثير الجو المعدل على الأسبرجس الأبيض بتعبئة المهاميز المغلفة بأغشية النيلون (strech film) كل ٥٠٠ جم معًا، ثم تخزينها على ٢,٥، أو ٥، أو ١٠، أو ١٥، أو ٢٠، أو ٢٥°م فى الظلام التام أو فى الضوء (١٥ ± ١,٩ واط/م^2) لمدة ٦ أيام، وكانت النتائج كما يلى:

١ – حدث توازن بالجو الداخلى للعبوات عند ٤,٥-٦,٩٪ ثانى أكسيد كربون، و ٣-٦,٧٪ أكسجين فى خلال الساعة الأولى من التغليف، وذلك فى جميع درجات الحرارة المختبرة.

٢ – وبعد ٨ ساعات من التغليف بلغ تركيز ثانى أكسيد الكربون أقصى معدل له، وهو ٥,٧-٩,٨٪، بينما انخفض تركيز الأكسجين إلى حده الأدنى عند ٠,٧-١٪.

٣ – أدى التغليف إلى إحداث تثبيط فى كل من التربيش (تفتح القمة)، والتليف، وتكون الأنثوسيانين، وتحلل حامض الأسكوربيك، وذلك لمدة ٦ أيام.

٤ – فى حرارة ١٥°م ظهرت على المهاميز أعراض التدهور وتكونت به روائح غير مرغوب فيها.

٥ – لم تؤثر الإضاءة جوهريًّا على صفات الجودة (Siomos وآخرون ٢٠٠٠).

كذلك قورن تأثير تعبئة الأسبرجس فى الأغشية العادية مع تعبئته فى أغشية البولى بروبلين المثقبة أثناء حفظه لمدة ١٠ أيام على حرارة ١٥°م ورطوبة نسبية ٧٥٪، ووجد أن تركيز ثانى أكسيد الكربون تراوح بعد ١٠ أيام من التخزين بين ١٥,٥٪، و ٢٣٪. وكان الفقد فى الوزن أقل من ١,٢٪ فى الأغشية المثقبة مقارنة بنحو ١٥٪ عندما كان التخزين بدون تغليف فى ظروف مماثلة. وقد تأثر محتوى المهاميز من حامض الأسكوربيك سلبيًّا بشدة فى جميع مستويات الأكسجين التى تواجدت فى داخل الأغشية المثقبة، والتى تراوحت بين ١٪، و ٦٪، ولكنه تبقى بنسبة ٤٥–٥٥٪ من محتواه الأصلى فى المهاميز التى حفظت فى عبوات عادية من البولى بروبلين. كذلك ارتبطت تركيزات الأكسجين فى الأغشية المثقبة بتركيزات عالية من الجلوتاثيون فى المهاميز المعبأة، وأوصت الدراسة بأن يكون تركيز الأكسجين بين ١٪، و ٦٪ لأجل المحافظة على تركيزات عالية من كل من حامض الأسكوربيك والجلوتاثيون بالمهاميز (Saito وآخرون ٢٠٠٠).

التخزين فى الجو المتحكم فى مكوناته

إن أفضل جو متحكم فى مكوناته controlled atmosphere لتخزين الأسبرجس هو الذى يحتوى على ٢–٣٪ أكسجين، و ٥–١٠٪ ثانى أكسيد كربون على حرارة ١–٢°م. وإذا كان التخزين على الصفر المئوى فإن نسبة ثانى أكسيد الكربون المثلى تكون ١٢٪، ولكن إذا لم يكن التحكم فى حرارة التخزين مضمونًا، وكانت هناك احتمالات لارتفاع الحرارة عن ٧°م .. فإن نسبة ثانى أكسيد الكربون يجب ألاّ تزيد عن ٧٪.

ويذكر Saltveit (١٩٩٧) أن الأسبرجس يجب أن يشحن ويخزن على درجة الصفر المئوى مع تركيز ٢–٣٪ أكسجين، و ٢–٣٪ ثانى أكسيد كربون.

من مزايا التخزين فى الهواء المتحكم فى مكوناته أنه يبطئ من معدل تحلل الكلوروفيل، ويمنع الإصابة بالفطر *Phytophthora* وتكوين الألياف، كما يفيد فى الحفاظ على جودة الأسبرجس حتى ولو كان التخزين البارد لفترة قصيرة (Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

كذلك أدت زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون من صفر ٪ إلى ٣٠٪ (على ٣ أو ٦°م) إلى خفض الإصابة بالعفن الطرى البكتيرى، واستمر هذا التأثير حتى بعد نقل المهاميز إلى الهواء العادى لمدة يومين على ١٥°م. أما تركيز الأكسجين (بين ١٪، و ٢١٪) فلم يكن مؤثرًا على الإصابة بالعفن الطرى البكتيرى.

وقد أزداد تكوين الأنثوسيانين جوهريًا فى المهاميز التى خزنت فى الهواء العادى أو فى هواء تراوحت فيه نسبة الأكسجين بين ١٪، و ١٥٪؛ مما أدى إلى ظهور لون قرمزى قاتم فى القمة، ولكن أمكن منع الزيادة التالية للحصاد فى محتوى المهاميز من الأنثوسيانين بتخزينها فى هواء يحتوى على ثانى أكسيد كربون بنسبة ٥٪ أو أعلى من ذلك فى الظلام، أو بنسبة ١٠٪ أو أعلى من ذلك فى الضوء (١٥ ± ١,٩ واط/م^2). كذلك كان لتعريض المهاميز لثانى أكسيد الكربون بنسبة ١٠٠٪ لمدة قصيرة قبل تخزينها فى الهواء على نفس درجة الحرارة .. كان له نفس فاعلية التخزين الدائم فى الظروف التى أسلفنا بيانها، وذلك فيما يتعلق بتكوين الأنثوسيانين (Siomos وآخرون ٢٠٠١).

ويستفيد الأسبرجس من التخزين فى الجو المتحكم فى مكوناته حتى ولو كان ذلك على حرارة مرتفعة؛ فعندما خزن الأسبرجس من صنف Limbras 10 فى حزم تزن كل منها ٢٠٠ جم فى الهواء (كنترول) أو فى جو معدل يحتوى على أكسجين بنسبة ٥ أو ١٠٪، وثانى أكسيد كربون بنسبة ٥، أو ١٠، أو ١٥٪) على ٢٠°م لمدة ٤ أيام، كانت النتائج كما يلى:

١ – كانت القدرة على التخزين أطول فى الجو المتحكم فى مكوناته (٤,٥ أيام)، مقارنة بالتخزين فى الهواء العادى (٢,٦ يوم).

٢ – كانت المهاميز المخزنة فى الجو المتحكم فى مكوناته أفضل طعمًا وكان ظهور الروائح غير المرغوبة فيها أقل، مقارنة بالمهاميز التى خزنت فى الهواء العادى.

٣ – كان مستوى الاستجابة متماثلاً فى مختلف نسب الأكسجين وثانى أكسيد الكربون التى درس تأثيرها (Lill & Corrigan ١٩٩٦).

٤ – كذلك أفاد الجو المتحكم فى مكوناته (٢٪ أكسجين، و ١٠٪ ثانى أكسيد كربون) فى منع الفقد السريع للسكروز (منع نشاط إنزيم acid invertase)، وفى منع تراكم الأسبارجين aspargine فى قمة المهاميز مقارنة بالوضع عندما كان التخزين فى الهواء على حرارة ٢٠°م.

٥ – أدى الجو المتحكم فى مكوناته على حرارة الغرفة إلى تأخير حدوث التغيرات فى مستويات الجلوتامين، وحامض الماليك، وحامض الفيوماريك فى قمة المهاميز، وإلى إبطاء استطالة المهاميز التى كانت قواعدها مستندة إلى وسائد مبللة، مقارنة بالتخزين فى الهواء العادى.

٦ – يمكن القول أن محافظة الجو المتحكم فى مكوناته على مستوى السكروز المرتفع فى قمة المهاميز ساهم فى منع سلسلة التفاعلات الأيضية التى تسهم فى تدهور المهاميز المخزنة فى الهواء (Hurst وآخرون ١٩٩٧).

ومن أهم العيوب التى صاحبت تخزين الأسبرجس فى الجو المتحكم فى مكوناته، ما يلى:

١ – ظهرت أضرار التنقير pitting injury على مهاميز الأسبرجس لدى تخزينها لمدة أسبوع على ٦°م، وفى ٥٪ ثانى أكسيد كربون، وازدادت النقر اتساعًا وعمقًا وازداد انتشارها نحو قاعدة المهماز بزيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون إلى ١٠٪.

٢ – ظهرت أضرار السطح المتموج corrugated surface عندما كان التخزين فى ٣٠٪ ثانى أكسيد كربون، وكان ظهورها عند قاعدة المهاميز فى حرارة ٣°، وعند قمتها فى حرارة ٦°م، وازدادت شدة الإصابة فى أى مستوى من ثانى أكسيد الكربون بارتفاع درجة الحرارة (عن Lougheed ١٩٨٧).

التغيرات الفسيولوجية التالية للحصاد

يحدث عديد من التغيرات فى مهاميز الأسبرجس أثناء التداول والتخزين والتسـويق، ومن أهمها ما يلى:

١ – يتحلل الكلوروفيل – تدريجيًّا – كما سبق بيانه، حتى مع التخزين على ٢°م.

٢ – تزاد المهاميز فى الطول إذا غمرت قواعدها فى الماء، وتحـدث أكـبر زيـادة فـى الطول خلال اليوم الأول من الغمر فى المـاء، وتكـون الزيـادة أكـبر كلمـا ارتفعـت درجـة الحرارة فيما بين الصفر المئوى، و ٣٥°م.

٣ – يحدث نقص فى محتوى المهاميز من السكريات المختزلـة والسـكريات الكليـة، خاصة خلال اليوم الأول بعد الحصاد، ويتناسب معدل الفقد فى السكريات طرديًّا، مـع درجة الحرارة فيما بين الصفر المئوى، و ٣٥°م.

٤ – تحدث زيادة فى محتوى المـهاميز مـن الأليـاف، ويزيـد ترسـيب اللجنـين فـى خلايا الحزم الوعائية، خاصة خلال اليوم الأول بعد الحصاد، وتتناسـب الزيـادة طرديًّـا مع درجة الحرارة فيما بين الصفر المئوى، و ٣٥°م.

وتزداد سرعة تدهور مهاميز الأسبرجس إذا كانت قمتـها قـد بـدأت بـالتفتح بـالفعل وقت تعبئتها؛ حيث تكون أسرع تحللاً، وأسرع تليفًا.

وتكون المهاميز ذات القواعد البيضاء أقل عرضـة للتلـف مـن المـهاميز الخضـراء علـى امتداد طولها.

ولقد كان أفضل مجـال حـرارى لتخزيـن الأسـبرجس هـو صفـر–٢°م (وذلـك مقارنـة بالمجـالين ١٠–١٢°م، و ٢٠–٢٢°م)، وفيـه احتفظـت المـهاميز بجودتـها لـمدة ٧ أيـام، وبزيادة حرارة التخزين أو مدته حدثت زيادة فى كل مـن: طـول المـهاميز، وصلابتـها، ومحتواها من الألياف، بينما حدث نقص فـى محتـوى المـهاميز مـن كـل مـن: حـامض الأسكوربيك، والمواد الصلبة الذائبة الكلية، والحموضة المعـايرة، والكلوروفيـل، وكذلـك فى نشاط إنزيم السيليوليز cellulase؛ ممـا أثـر سـلبيًّا علـى الصفـات الأكليـة للمـهاميز (Zheng وآخرون ١٩٩٤).

وقد وجدت علاقة تربيعية quadratic قوية بين محتوى قمة المهاميز من الأسبرجين aspargine وبين عدد الساعات الحرارية المتراكمة الأعلى من الصفر المئوى (R^2 = ٠,٨٧٨)، وهى التى ارتبطت بشدة بالفترة المتبقية من الصلاحية للتخزين، ولم تكن تلك العلاقة مرتبطة بالصنف؛ مما يجعل لها أهمية فى تحديد درجة نضارة المهاميز (Hurst وآخرون ١٩٩٨).

التنفس وإنتاج الإثيلين

ينفرد الأسبرجس بأعلى معدل تنفس عقب الحصاد مباشرة من بين أكثر من ٨٠ نوعًا من الخضر والفاكهة، لكن إنتاجه من الإثيلين يعد شديد الانخفاض (عن Papadopoulou ٢٠٠١).

وقد وجد ارتباط سالب بين النشاط التنفسى المتراكم لمهاميز الهليون بعد الحصاد (معبرًا عنه بإنتاج ثانى أكسيد الكربون) وبين فترة الصلاحية للتخزين المتبقية (r^2 = ٠,٩٥). كما وجد ارتباط سلبى قوى مماثل (r^2 = ٠,٩٢) بين عدد الوحدات الحرارية المتراكمة (معبرًا عنها بعدد الساعات التى تزيد فيها الحرارة عن الصفر المئوى) وبين فترة الصلاحية للتخزين المتبقية (Brash وآخرون ١٩٩٥).

ويتبين لدى مقارنة معدل التنفس وإنتاج الإثيلين فى كل من المهاميز الكاملة البيضاء والخضراء قبل وبعد الحصاد على حرارة ١٥°م، ما يلى:

١ – كان معدل التنفس مرتفعًا (٥,٠–٨,٠ مللى مول ثانى أكسيد كربون/كجم/ساعة) فى المهاميز النامية، بينما كان معدل إنتاج الإثيلين شديد الانخفاض (٤٦–٨٥ نانو مول/كجم/ساعة).

٢ – كان معدل التنفس أعلى بمقدار ١,٥٨ مرة، ومعدل إنتاج الإثيلين أعلى بمقدار ١,٨٤ مرة فى المهاميز الخضراء عما فى البيضاء.

٣ – ربما نتيجة للجروح التى احدثتها عملية الحصاد .. ازداد معدل التنفس ومعدل إنتاج الإثيلين بعد الحصاد مباشرة فى كل من المهاميز البيضاء والخضراء، إلاّ أن تأثير تلك الجروح كان أكثر وضوحًا فى المهاميز البيضاء عما فى الخضراء.

٤ – أعقب ذلك حدوث تناقص تدريجي في معدل التنفس إلى أن وصل إلى حالة توازن بلغ فيه المعدل ٣,٤، و ٢,٣ ملل مول ثانى أكسيد كربون/كجم/ساعة فى كل من المهاميز الخضراء والبيضاء على التوالى.

٥ – كذلك فإن معدل إنتاج الإثيلين – بعد تناقصه لمدة ٦ ساعات عقب الزيادة الأولية – عاد وتضاعف تقريبًا بعد مرور ٢٤ ساعة من الحصاد، ثم انخفض إلى مستوى حوالى ٢١ نانو مول/كجم/ساعة فى كل من المهاميز الخضراء والبيضاء (Papadopoulou وآخرون ٢٠٠١).

اللجننة والتصلب

مع ازدياد الفترة التى تنقضى على مهاميز الأسبرجس بعد الحصاد فإن عملية اللجننة تبدأ عند القاعدة وتتقدم إلى أعلى بصورة تدريجية؛ مما يقلل من طول الجزء الصالح للاستعمال إلى أن لا يتبقى منه سوى سنتيمترات معدودة بالقرب من القمة (عن Lipton ١٩٩٠).

ونجد فى الحرارة العالية أن المهاميز تزداد طولاً، وينخفض محتواها من السكر، وتدخل مرحلة الشيخوخة، كذلك تصاب المهاميز بالشيخوخة إذا تعرضت للإثيلين. ويتناسب تكوين اللجنين فى المهاميز طرديًّا مع طولها وعمرها ودرجة الحرارة التى تتعرض لها بعد الحصاد. ويعد جزء المهماز الذى يتقصف بسهولة هو بداية المنطقة المتليفة (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

وقد ازداد محتوى مهاميز الهليون من الألياف وازدادت صلابتها فى كل من قمتها ومنتصفها لدى تخزينها فى حرارة ٢,٥، و ٥°م، على التوالى، بينما لم تزدد صلابة الجزء القاعدى من المهاميز بارتفاع درجة الحرارة (Siomos وآخرون ١٩٩٤).

وأدى وضع قواعد مهاميز وهى بطول ٢١ سم فى محلول مائى من الجلايفوسيت glyphosate بتركيز ١–١٠ أجزاء فى المليون .. أدى إلى التقليل جوهريًّا من الزيادة فى صلابة المهاميز وفى محتواها من الألياف واللجنين بعد تخزينها على ٢,٥°م لمدة ١٠ أو ٢٠ يومًا، وازداد التأثير بزيادة التركيز المستخدم وفترة التخزين، ولكنه قل بالابتعاد عن الجزء المقطوع من المهماز (Saltveit ١٩٨٨).

وازدادت مقاومة المهاميز للقطع (بسبب تليفها) بزيادة الفترة بين الحصاد وتبريدها مبدئيًّا، وبزيادة فترة التخزين، بينما أدى التبريد المبدئي السريع بعد الحصاد إلى تأخير بدء الزيادة في مقاومة المهاميز للقطع. وأدى تأخير التبريد المبدئي لمدة أربع ساعات إلى زيادة المقاومة للقطع بنسبة حوالى ٤٠٪. وأدى نقل المهاميز من المخزن المبرد إلى ١٥°م لمدة يوم واحد في محاكاة لظروف العرض للبيع في الأسواق – إلى زيادة المقاومة للقطع في المهاميز التي بردت مبدئيًّا بسرعة عما في تلك التي تأخر تبريدها. وتباينت نسبة زيادة المقاومة للقطع أثناء التخزين بين صفر٪، و ٥٠٪ حسب حرارة التخزين ومدته ومدى التأخير في إجراء التبريد الأولى. كذلك ازدادت المقاومة للقطع في المهاميز التي شذبت بقاعدة بيضاء عما في تلك التي كانت كلها خضراء. وبعد ٢٤ يومًا من التخزين كانت نوعية المهاميز التي حفظت على ٠,٥°م أو ٢,٥°م أفضل من تلك التي حفظت على ٥°م (Hernández Rivera وآخرون ١٩٩٢).

فقد الكلورفيل

تتفاوت أصناف الأسبرجس في شدة فقدها للكلورفيل أثناء التخزين؛ فمثلاً .. كان الصنفان UC 157، و Syn 4-56 أكثر اخضرارًا وأقل تريبشًا (أقل تفتحا للقمة) عن الصنفين Mary Washington، و Viking KB3 بعد ٣ أسابيع من التخزين على ٢ ± ٠,٥°م، مع ٩٥٪ رطوبة نسبية (Perkins-Veazie وآخرون ١٩٩٣). هذا بينما يؤدى تعرض الأسبرجس الأبيض للضوء إلى اكتسابه لونًا ورديًّا فاتحاً.

عفن القمة

ازدادت حالات الإصابة بعفن قمة المهاميز بزيادة الأضرار الميكانيكية غير المنظورة – التي تعرضت لها تلك القمم؛ فأدى إسقاط المهاميز من ارتفاع صفر، و ٥٠، و ١٠٠، و ١٥٠ مم – في محاكاة لما يمكن أن يحدث لها أثناء التداول – إلى التسبب في عفن قمة المهاميز بنسبة صفر، و ٣٤، و ٣٦، و ٦٤٪ – على التوالى – بعد ٥ أيام من حفظها على حرارة ٢٠°م مع رطوبة نسبية ٩٣–٩٥٪. وأدى غسيل المهاميز بعد تعرضها لمعاملات الإسقاط هذه إلى زيادة معدل الإصابة بعفن القمة. هذا وتحدث أعفان

القمة نتيجة لتلك الأضرار الفيزيائية، وكذلك الأضرار الفسيولوجية التى تحدثها الضغوط الفيزيائية، والتى تجعل قمة المهماز أكثر حساسية للإصابة بالكائنات الدقيقة التى تتواجد عليها، وكذلك تلك التى تنتقل إليها مع ماء الغسيل (Lallu وآخرون ٢٠٠٠).

أضرار البرودة

على الرغم من أن الأسبرجس يعد من محاصيل الجو البارد فإنه يتعرض للإصابة بأضرار البرودة chilling injury، وتظهر الأعراض على صورة طراوة وارتخاء لا علاقة له بأى فقد رطوبى، وتصبح قمة المهماز خضراء قاتمة إلى رمادية اللون. وتؤدى تلك الأعراض – التى تظهر بعد تعرض المهاميز لحرارة الصفر المئوى لفترة طويلة – إلى تقصير فترة الصلاحية للتخزين. وقد تراوحت نسبة الإصابة بأضرار البرودة بين ٥٠٪ عند التخزين على ٣°م إلى ١٠٠٪ عند التخزين على الصفر المئوى (عن Lipton ١٩٩٠).

ولمزيد من التفاصيل المتعلقة بكافة التغيرات التى تحدث فى مهاميز الأسبرجس بعد الحصاد (الفسيولوجية، والكيميائية، والفيزيائية، والمظهرية) .. يراجع مقال Lipton (١٩٩٠) الشامل فى هذا الخصوص.

التصدير

تقسم السوق الأوروبية المشتركة مهاميز الأسبرجس إلى الفئات التالية:

١ – بيضاء.

٢ – قرمزية ذوى قمة يتراوح لونها بين الوردى، والقرمزى أو البنفسجى، بينما يظهر اللون الأبيض على جزء من المهماز.

٣ – قرمزية/خضراء، يظهر فيها اللونين القرمزى والأخضر.

٤ – خضراء، تكون فيها القمة ومعظم الساق خضراء اللون.

ولا تنطبق شروط السوق الأوروبية على الفئتين الأولى والثانية إذا قل قطر مهاميزها عن ٨ ملليمترات، ولا على الفئتين الثالثة والرابعة إذا قل قطر مهاميزها عن ٦ ملليمترات، وكانت تعبئتها فى حزم متجانسة.

وتتطلب السوق الأوروبية أن تتوفر فى مهاميز الأسبرجس - التى تسوق فيها - الشروط التالية:

١ - أن تكون كاملة، وخالية من الأعفان.

٢ - أن تكون خالية من كافة الأضرار الميكانيكية، والخدوش.

٣ - أن تكون نظيفة وخالية من أى مواد غريبة منظورة ملتصقة بها.

٤ - أن تكون طازجة وذو رائحة طازجة.

٥ - أن تكون خالية من الحشرات ومن أضرار الحشرات والقوارض.

٦ - أن تكون خالية من الرطوبة الحرة وتم تجفيفها جيدًا بعد الغسيل أو التبريد المبدئى بالماء المثلج.

٧ - أن تكون خالية من أى روائح غريبة أو طعم غير مقبول.

٨ - أن يكون مكان القطع فى قاعدة المهماز نظيفًا.

٩ - ألا تكون المهاميز مجوفة، وأن تكون خالية من التفلقات والكسور.

١٠ - أن تكون المهاميز فى وضع يسمح لها بتحمل عمليات الشحن والتداول، حتى تصل إلى الأسواق وهى فى حالة مرضية.

وتقسم السوق الأوروبية الأسبرجس المسوق بها إلى ثلاث فئات، كما يلى:

١ - درجة الإكسترا Extra class:

يجب أن تكن المهاميز ذو نوعية فائقة الجودة، وجيدة التكوين، وتامة الاستقامة تقريبًا، وأن تكون قمتها تامة الاندماج.

ولا يسمح فى هذه الدرجة سوى بأقل القليل من الإصابة بالصدأ، وهى الإصابات التى يمكن إزالتها بسهولة بالمسح باليد بواسطة المستهلك.

كما لا يسمح فى الأسبرجس الأبيض من هذه الدرجة بأى قدر من التلون بغير الأبيض باستثناء اللون الوردى الباهت جدًا على الساق وليس فى قمة المهماز.

أما الأسبرجس الأخضر فيجب أن يكون تام الأخضرار.

ولا يسمح فى هذه الدرجة بأى قدر من التخشب (التليف).

ويجب أن يكون مكان القطع فى قاعدة المهماز تام الاستواء.

٢ – الدرجة الأولى Class I:

يجب أن تكون المهاميز فى هذه الدرجة ذو نوعية جيدة وأن تكون جيدة التكوين، ولكن يسمح فيها ببعض الانحناء. ويجب أن تكون القمة تامة الاندماج.

ويسمح فى هذه الدرجة بإصابات الصدأ البسيطة التى يمكن أن يقوم المستهلك بإزالتها بسهولة بالمسح باليد.

كما يسمح فى الأسبرجس الأبيض بظهور لون وردى باهت فى قمة المهماز وساقه.

أما فى الأسبرجس الأخضر فيجب أن يغطى اللون الأخضر مالا يقل عن ٨٠٪ من طول المهماز.

ولا يسمح بالتخشب فى الأسبرجس الأبيض، بينما يسمح بقدر يسير منه فى الفئات الأخرى.

ويجب أن يكون مكان القطع فى قاعدة المهماز مستويًا قدر الإمكان.

٣ – الدرجة الثانية Class II:

لا ترقى المهاميز فى هذه الدرجة إلى مستوى الدرجة الثانية، ولكن تتوفر فيها الشروط العامة التى سبق بيانها.

ويمكن أن تكون مهاميز هذه الدرجة أقل تكونًا، كما يمكن أن تكون قمتها متفتحة قليلاً.

ويمكن أن تحتوى المهاميز على قدر يسير من إصابات الصدأ التى يمكن إزالتها بالتقشير.

كما يمكن أن يظهر بعض التلون المخالف فى قمة المهاميز البيضاء والقرمزية، ولكن يجب ألا يقل التلون الأخضر فى الأسبرجس الأخضر عن ٨٠٪ من طول المهماز.

ويمكن أن تكون المهاميز متخشبة قليلاً.

كما يمكن أن يكون مكان القطع فى قاعدة المهماز مائلاً قليلاً.

ويدرج الأسبرجس حسب طول وقطر المهاميز، كما يلى:

أولاً – الطول:

١ – طويلة : > ١٧ سم.

٢ – قصيرة: ١٢–١٧ سم.

٣ – الأطراف (asparagus tips) : < ١٢ سم.

ويمكن أن تحتوى الدرجة الثانية على مهاميز بطول ١٢–١٧ سم منظمة – ولكن ليست فى حزم – ومعبأة.

ثانيًا – القطر:

يقدر قطر المهماز عند منتصف طوله، ويكون الحد الأدنى والتدريج، كما يلى:

الدرجة	فئة اللون	الحد الأدنى للقطر (مم)	التدرج: المسمى	التدرج: الوصف
الإكسترا	الأبيض والقرمزى	١٢	١٢–١٦ مم	لا يقل القطر عن ١٦ مم، ولا يزيد التباين عن ٨ مم فى الحزمة الواحدة أو فى العبوة الواحدة
	القرمزى/الأخضر والأخضر	١٠	١٠–١٦ مم	
الدرجة الأولى	الأبيض والقرمزى	١٠	١٠–١٦ مم	لا يقل القطر عن ١٦ مم، ولا يزيد التباين عن ١٠ مم فى الحزمة الواحدة أو فى العبوة الواحدة
	القرمزى/الأخضر والأخضر	٦	٦–١٢ مم	لا يقل القطر عن ١٢ مم، ولا يزيد التباين عن ٨ مم فى الحزمة الواحدة أو فى العبوة الواحدة
الدرجة الثانية	الأبيض والقرمزى	٨	لا توجد شروط للتدريج	
	القرمزى/الأخضر والأخضر	٦	لا توجد شروط للتدريج	

ويسمح بالتجاوزات التالية فى مختلف الدرجات:

أولاً – النوعية:

١ – درجة الإكسترا:

يسمح بنسبة ٥٪ بالعدد أو بالوزن من المهاميز التى لا تفى بمتطلبات الدرجة، ولكن تنطبق عليها مواصفات الدرجة الأولى، أو تظهر عليها تشققات سطحية من تلك التى تتكون بعد الحصاد، لكن يشترط ألاّ تكون تلك التشققات قد تركت أى آثار (scars).

٢ – الدرجة الثانية:

يسمح بنسبة ١٠٪ بالعدد أو بالوزن من المهاميز التى لا تفى بمتطلبات هذه الدرجة أو بالحدود الدنيا العامة، ولكن لا يسمح فى تلك النسبة بأى إصابات بالأعفان أو بأى تدهورات تجعل المهاميز غير صالحة للاستهلاك.

كذلك يسمح بنسبة ١٠٪ أخرى بالعدد أو بالوزن من المهاميز المجوفة أو المصابة بالشقوق، ولكن لا تجب زيادة النسبة الإجمالية للمهاميز المجوفة عن ١٥٪.

ثانيًا – الحجم:

يسمح بنسبة ١٠٪ بالعدد أو بالوزن من المهاميز التى لا تنطبق عليها شروط الطول أو القطر، على ألاّ يزيد الانحراف عن الطول المحدد لأكثر من سنتيمتر واحد وعن القطر المحدد لأكثر من ملليمترين.

ثالثًا – اللون:

١ – الأسبرجس الأبيض:

يمكن التجاوز فى اللون بنسبة ١٠٪ بالوزن أو بالعدد فى درجتى الإكسترا والأولى، وبنسبة ١٥٪ فى الدرجة الثانية.

٢ – الأسبرجس القرمزى، والأخضر، والقرمزى/الأخضر:

يمكن التجاوز فى اللون بنسبة ١٠٪ بالوزن أو بالعدد.

ويجب أن يكون الجزء الظاهر من كل عبوة ممثلاً لمحتواها الكلى.

الفصل الخامس

أمراض وآفات الأسبرجس ومكافحتها

نلقى الضوء فى هذا الفصل على بعض أمراض وآفات الأسبرجس الهامة وطرق مكافحتها.

عفن الهاميز

يسبب الفطر *Phytophthora megasperma* var. *sojae* مرض عفن المهاميز spear rot فى الأسبرجس. تظهر الأعراض على شكل بقع مائية المظهر على السيقان بالقرب من سطح التربة، تستطيل بسرعة ويصبح لونها بنيًا فاتحًا، وقد تؤدى إلى تحليق السيقان المصابة، إلاّ أن العفن يكون محصورًا فى أحد جوانب الساق غالبًا. وتؤدى الإصابة الجانبية إلى ميل الساق بشدة فى اتجاه الجانب المصاب، وقد تمتد الإصابة إلى الجذور اللحمية، كما تزداد الإصابة عند زيادة الرطوبة الأرضية.

يكافح المرض بالرش بالمبيدات الفطرية المناسبة، مثل: الميتالاكسيل metalaxyl.

الفيوزارم

تسبب الفطريات *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi*، و *F. moniliforme*، و *F. proliferatum* مجموعة من الأمراض تعرف بالأسماء: الذبول الفيوزارى fusarium wilt، وعفن الجذور الفيوزارى fusarium root rot، وعفن الجذور والتاج root and crown rot.

أعراض الإصابة

تؤدى الإصابة بالفيوزاريم إلى سرعة تدهور المزارع الكبيرة، حيث تبدو النباتات المصابة صفراء اللون خلال فصل الصيف أثناء مرحلة النمو الخضرى، ويقل عدد الجذور الماصة بشدة، وتتلون الموجودة منها بلون بنى مائل إلى الأحمر، كما تظهر خطوط حمراء

صدئة على الجذور اللحمية، ويعقب ذلك تحللها مع بقاء قشرتها الخارجية سليمة. وتظهر بقع صغيرة بنية، أو حمراء اللون غائرة قليلاً على التيجان، والأجزاء الأرضية الأخرى من ساق النبات. وتُرى الحزم الوعائية فى جذور وتيجان وسيقان النباتات المصابة، وقد اكتسبت لونًا بنيًّا مائلا إلى الأحمر.

كثيرًا ما تشاهد التيجان فى المزارع القديمة – عند تقليعها – وقد تجزأت إلى عدة أجزاء منفصلة، ويرجع ذلك أساسًا إلى إصابتها بالفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *moniliforme* الذى يقضى على النسيج الوعائى.

وعند زراعة الأسبرجس مكان مشاتل تيجان الأسبرجس أو مكان مزرعة أسبرجس قديمة فإن الزراعة الجديدة غالبًا ما تفشل؛ الأمر الذى يرجع إلى عدة أسباب من بينها تواجد فطر الفيوزاريم فى التربة.

الظروف المناسبة للإصابة

يعيش الفطر فى التربة لفترة طويلة، وينتقل عن طريق البذور الملوثة سطحيًّا (Blok & Bollen ١٩٩٦)، وتنتشر الإصابة مع تحرك التربة التى يوجد بها الفطر. تبدأ الإصابة من أى جزء من النبات تحت سطح التربة. هذا .. ويصيب الفطر *F. moniliforme* نباتات الذرة أيضًا، ويعيش فى التربة لمدة ١–٢ سنة فقط.

المكافحة

يكافح الفيوزاريم فى الأسبرجس بمراعاة ما يلى:

١ – زراعة الأصناف المقاومة.

٢ – عدم زراعة الأسبرجس بعد الذرة.

٣ – استعمال بذور سليمة فى الزراعة.

٤ – معاملة البذور كما أسلفنا بيانه فى الفصل الثانى.

٥ – عدم استعمال شتلات ملوثة فى الزراعة.

٦ – معاملة التيجان بالمبيدات:

وجد أن معاملة تيجان الأسبرجس المزروعة حديثًا بالثيابندازول thiabendazole

(مبيد Tecto 20S) أدى إلى خفض حالات موت النباتات، وزيادة عدد السيقان/نبات وزيادة أطوالها – مقارنة بالنباتات غير المعاملة – وذلك بعد ستة شهور من الزراعة (Falloon & Fraser-Kevern ١٩٩٦).

٧ – المعاملة بعزلات غير ممرضة من الفيوزاريم:

أمكن مكافحة الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* بالمعاملة بعزلات غير ممرضة من *F. oxysporum* (Blok وآخرون ١٩٩٧).

٨ – المعاملة بالترايكودرما وفطريات الميكوريزا:

عندما كان تواجد الفطر *F. oxysporum* f. sp. *officinalis* منخفضًا في التربة التي تنمو فيها بادرات الأسبرجس، أمكن مكافحة المرض بيولوجيًا – بكفاءة – باستعمال أي من الفطرين: *Trichoderma harzianum*، أو *Glomus intraradices*، أما عندما كان تواجد الفطر المسبب للمرض عاليًا، فإنه لزم التلقيح بالفطرين معًا لأجل الحد من عفن الجذور (Arriola وآخرون ٢٠٠٠).

وأدى التلقيح بأي من ثلاثة من فطريات الميكوريزا إلى خفض الإصابة بعفن الجذور الفيوزاري – بعد ستة أسابيع من التعرض لفطر الفيوزاريم – إلى ٢٠–٥٠٪ فقط، مقارنة بإصابة بلغت ٩٠٪ في معاملة الكنترول التي لم تلقح بفطريات الميكوريزا. وكانت أكثر فطريات الميكوريزا كفاءة *Glomus* sp. (العزلة R10)، ثم *Gigaspora margarita*، ثم *Glomus fasciculatum* (Matsubara وآخرون ٢٠٠١).

وأدت المعاملة بأي من الفطر *Trichoderma harzianum* (السلالة T-22)، أو المبيدين benomyl، و fludioxonil إلى زيادة وزن الجذور وخفض الإصابة بعفن الجذور مقارنة بمعاملة الكنترول، وذلك عندما كان مستوى تواجد فطري الفيوزاريم: *F. oxysporum* f. sp. *asparagi*، و *F. proliferatum* منخفضًا. أما عندما كان مستوى تواجد فطري الفيوزاريم مرتفعًا، فإن المعاملة بالمبيد fludioxonil حدّت من موت النباتات بسبب الفيوزاريم، بينما لم تكن للمعاملة بالفطر *T. harzianum* أي تأثير (Reid وآخرون ٢٠٠٢).

التبقع الأرجواني

يسبب الفطر *Stemphylium vesicarium* مرض التبقع الأرجواني purple spot في الأسبرجس.

تظهر الأعراض على شكل بقع غائرة على المهاميز، تكون حوافها قرمزية اللون، كما تظهر أحيانًا بقع على السيقان، تكون حافتها قاتمة، ومركزها بني إلى رمادي اللون.

تزداد الإصابة في الجو البارد الرطب، وتنتشر الجراثيم الأسكية للفطر بواسطة التيارات الهوائية، وتزداد الإصابة عند توفر الجروح – كتلك التي تحدثها الرمال التي تذروها الرياح – والرطوبة الحرة.

ويكافح المرض بحرث بقايا النباتات المصابة في التربة، أو حرقها، و الرش بالمبيدات الفطرية المناسبة، علمًا بأن الأصناف التجارية الشائعة في الزراعة لا تتوفر فيها المقاومة للمرض.

الصدأ

يسبب الفطر *Puccinia asparagi* مرض الصدأ rust في الأسبرجس.

الأعراض والظروف المناسبة للإصابة

تظهر الأعراض في بداية الأمر على السيقان الهوائية الخضراء على صورة بثرات حمراء اللون (هي البثرات اليوريدية) من الربيع حتى حوالي منتصف شهر أغسطس (شكل ٥-١، يوجد في آخر الكتاب)، وعند تفتح تلك البثرات تنطلق منها الجراثيم اليوريدية urediospores التي يحملها الهواء إلى النباتات المجاورة حيث تبدأ فيها دورة جديدة من الإصابة عند توفر رطوبة حرة عليها.

وفي منتصف أغسطس يتغير لون البثرات من الأحمر إلى الأسود، حيث تصبح البثرات تيليتية وتحتوي على جراثيم تيليتية teliospores. لا يمكن لهذه الجراثيم إصابة النباتات في نفس موسم النمو، ولكنها تعيش في بقايا النباتات خلال فصل الشتاء، وتوفر مصدرًا للإصابة في الربيع التالي.

تؤدى الإصابة الشديدة إلى ضعف عملية البناء الضوئى بشدة خلال موسم النمو الخضرى؛ مما يترتب عليه ضعف تخزين الغذاء فى التيجان والجذور؛ وتكون محصلة ذلك انخفاض محصول المهاميز فى الربيع التالى. وإذا تكررت الإصابة الشديدة لعدة سنوات تضعف النباتات ويموت بعضها سنويًا؛ مما يؤدى إلى قصر عمر المزرعة.

المكافحة

يكافح الصدأ بمراعاة ما يلى:

١ – زراعة الأصناف المقاومة:

كانت أصناف طراز Washington، مثل: Mary Washington، و Martha Washington.. كانت على درجة عالية من المقاومة للصدأ، ولكنها فقدتها على مر السنين، وحاليًا .. فإن هجن New Jersey هى أكثر الأصناف تحملاً للصدأ، ولكنها ليست مقاومة.

٢ – توفير تهوية جيدة بين النباتات بهدف منع تراكم الرطوبة الجوية، وذلك بزيادة المسافة بين النباتات فى الخط، وزيادة عرض مصاطب الزراعة، وجعل اتجاه الخطوط فى اتجاه الرياح السائدة.

٣ – الرش بالمبيدات:

يوصى بالرش بمبيد ساندوز Sandoz 619F (وهو: cyproconazole) منفردًا كل ١٤ يومًا بمعدل ١٢٠جم من المادة الفعالة للهكتار (٥٠جم للفدان) بمجرد ظهور البثرات والجراثيم اليوريدية، على أن يتبع ذلك الرش بالبيليتون Bayleton (وهو: triadimefon) منفردًا، أو الرش بكل من الفنجينكس Funginex (وهو: triforine) والداياثين Dithane (وهو: mancozeb) معًا. كذلك يوفر استعمال مبيد راللى Rally (وهو: myclobutanil) مكافحة جيدة (Mullen & Viss ١٩٩٦).

٤ – خلط بقايا النباتات بالتربة جيدًا بالعزيق فى نهاية كل موسم نمو.

أمراض فطرية أخرى

من الأمراض الهامة الأخرى التى تصيب الأسبرجس، مايلى:

المرض	المسبب
عفن بوتريتس Botrytis rot	*Botrytis cinerea*
تبقع الأوراق السركسبورى Cercospora leaf spot	*Cercospora asparagi*
فيتوفثورا Phytophthora	*Phytophthora megasperma*
عفن تاج البادرة Seedling crown rot	*Pencillium matensii*
عفن الساق والتاج الجاف Stem and crown dry rot	*Fusarium moniliforme*
لفحة الساق Stem blight	*Phoma asparagi*
العفن الطرى البكتيرى Bacterial soft rot	*Erwinia carotovora*

الفيروسات

يصاب الأسبرجس بعدد من الفيروسات، من أهمها مايلى:

١ – فيرس الأسبرجس رقم ١ Asparagus Virus1:

لا تظهر أعراض الإصابة بهذا الفيرس إلاّ فى وجود فيرس الأسبرجس رقم ٢ معه. ينتقل الفيرس بواسطة المن، وهو لايشكل مشكلة – إن وجد بمفرده – ولكن يقل النمو النباتى بشدة إن وجد معه الفيرس الثانى.

٢ – فيرس الأسبرجس رقم ٢ Asparagus Virus 2:

لا تظهر أعراض الإصابة بهذا الفيرس إلاّ فى وجود فيرس الأسبرجس رقم ١ معه. وينقل بواسطة المن والبذور. لا يشكل مشكلة – إن وجد بمفرده – ولكن يقل النمو النباتى بشدة إن وجد معه فيرس الأسبرجس رقم ١. ويكافح الفيروسان بمقاومة المن، واستخدام بذور سليمة فى الزراعة (Gubler وآخرون ١٩٨٦).

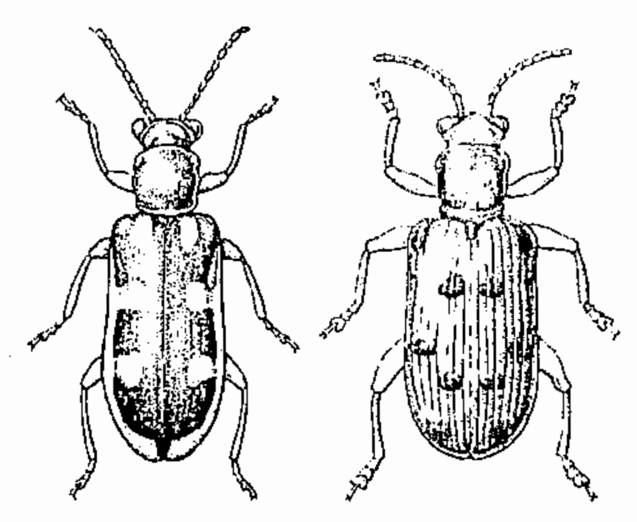
النيماتودا

يصاب الأسبرجس بعدد من الأنواع النيماتودية، من أهمها مايلى:

Pratylenchus ssp.
Meloidogyne spp.
Heterodera ssp.
Trichodorus spp.

الحشرات

يصاب الأسبرجس بنوعين من الخنافس، هما: خنفساء الأسبرجس العادية *Crioceris* ssp.، وخنفساء الأسبرجس ذات الاثنتى عشرة نقطة (شكل ٥-٢). تتغذى يرقات حشرة خنفساء الأسبرجس العادية على قمة النباتات، وتقرض الفراشة الأجزاء الغضة من الساق، وتتغذى يرقات حشرة خنفساء الأسبرجس ذات الاثنتى عشرة نقطة على الأفرع الصغيرة، كما تتغذى هى والفراشة على الثمار. وتكافح الحشرتان بالرش بالمبيدات الحشرية المناسبة.

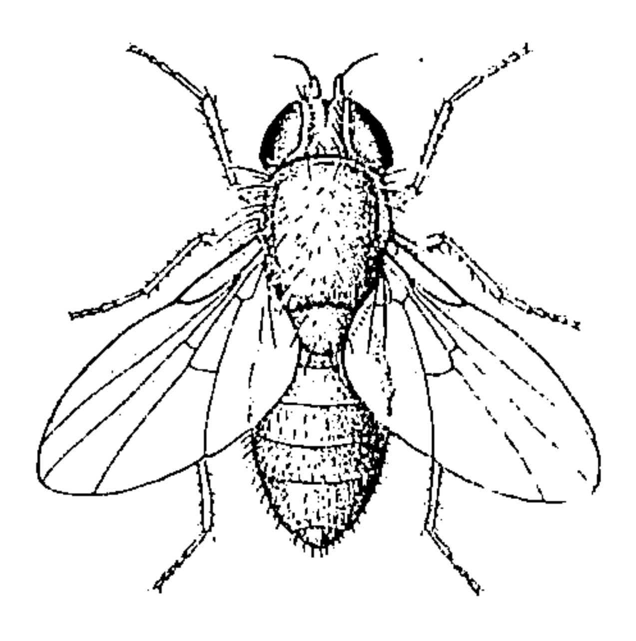


شكل (٥-٢): خنفساء الأسبرجس العادية (على اليسار)، وذات الاثنى عشرة نقطة (على اليمين).

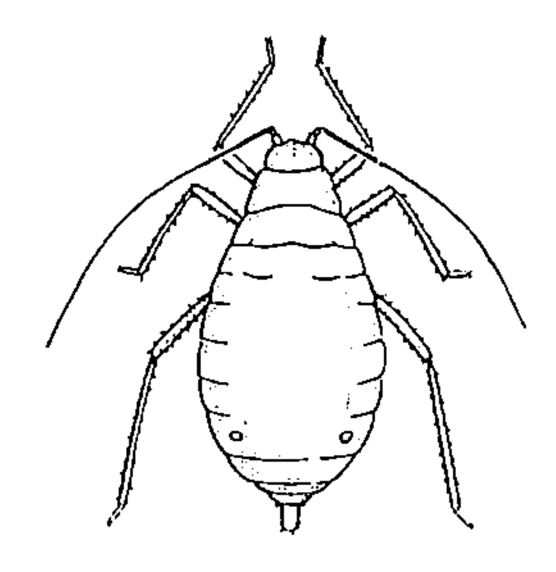
كذلك يصاب الأسبرجس بكل من الحشرات التالية :

الحشرة	الاسم العلمى
ذبابة الأسبرجس	*Platyparea* ssp.، و*Delia* ssp.، و*Phorbia* spp.
صانعة أنفاق الأسبرجس (شكل ٥-٣)	*Melanagromyza simplex*
الدودة القارضة	*Agrotis* ssp.
من الأسبرجس الأوروبى (شكل ٥-٤)	*Brachycolus asparagi*
التربس	*Thrips tabaci*
الديدان السلكية	*Alelanotus* ssp.

هذا .. ويفرز من الأسبرجس الأوروبي عند تغذيته سمًا يسبب تقزم نمو نباتات الأسبرجس.



شكل (٥-٣): الحشرة الكاملة لصانعة أنفاق الأسبرجس.



شكل (٥-٤): من الأسبرجس.

الفصل السادس

تعريف بالذرة السكرية، وأهميتها، وأصنافها

تنتمى الذرة السكرية – وكذلك البيبى كورن، والذرة الفيشار – إلى العائلة النجيلية Graminae، وهى تضم نحو ٦٢٠ جنسًا وحوالى ١٠٠٠٠ نوع، تنتشر زراعتها فى جميع أنحاء العالم، وتكون حولية، أو معمرة، وهى عشبية عادة، وقليل منها ذو سيقان خشبية قد تصل إلى ارتفاعات كبيرة. الساق أسطوانية جوفاء، ذات عقد مصمتة ومنتفخة غالبًا، وقليلاً ما تكون السلاميات مصمتة كما فى قصب السكر. الأوراق بسيطة متبادلة على الساق فى صفين، وتتكون الورقة من غمد ونصل يوجد بينهما لسين. الغمد مفتوح، والنصل شريطى، والتعريق متوازٍ بطول النصل، واللسين غشائى فى العادة. تتجمع الأزهار فى سنيبلات، والثمرة برة.

تعريف بالمحصول وأهميته

الوضع التقسيمى

يعتقد بأن الذرة السكرية sweet corn نشأت كطفرة من الذرة الشامية field corn فى الموقع الخاص بالجين Su 1 على الكروموسوم الرابع (الذرة الحقلية Su 1/Su 1، والذرة السكرية su 1/su 1)، وكلاهما يتبع النوع النباتى *Zea mays* تختلف الذرة السكرية عن الذرة الشامية فى احتواء حبوبها على نسبة مرتفعة من السكر فى كل من الطور اللبنى milk stage، والطور العجينى المبكر early dough stage، وفى أن حبوبها الجافة تكون مجعدة ونصف شفافة translucent.

ينتمى إلى نوع الذرة *Zea mays* طرزًا مختلفة تتباين – أساسًا – فى مظهر الحبة. وعلى الرغم من أنها تكتب – عادة – بأحرف مائلة .. إلا أن تلك الطرز لا يعترف بها نباتيًا كتحت أنواع أو كأصناف نباتية، وهى كما يلى (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩):

١ – الذرة السكرية sweet corn (*saccharata* أو *rugosa*):

فى بداية تكوين الحبة تتراكم السكريات فى الإندوسبرم، ومع اقتراب اكتمال تكوين الحبة يتراكم النشا. تكون الحبوب المكتملة التكوين مجعدة، وشفانية (نصف شفافة) transulescent نوعًا ما. يتراوح نسيج الغلاف الثمرى الخارجى بين الرقيق والسميك. النبات قصير إلى متوسط الطول، والكيزان صغيرة إلى متوسطة الحجم كذلك.

٢ – الذرة الفيشار Popcorn (*everta*):

تتميز حبة الذرة الفيشار بالإندوسبرم الصلب، وبالغلاف الثمرى الخارجى السميك جدًّا، وبالحبوب الصغيرة التى تكون غالبًا مستدقة إلى قمة مدببة. وعند تسخين تلك الحبوب تتحول الرطوبة المحجوزة داخل الحبة إلى بخار ماء يؤدى تزايد ضغطة إلى انفجار الغلاف الثمرى الخارجى وظهور الإندوسبرم المتمدد. تحتوى الحبوب على نسبة عالية من النشا إلى السكر. وتكون النباتات والكيزان غالبًا صغيرة.

٣ – طرز أخرى ليست من الخضروات، مثل:

الـ dent corn (*indentata*)	الـ flint corn (*indurata*)
الـ flour corn (*amylacea*)	الـ waxy corn (*ceretina*)

الموطن وتاريخ الزراعة

لا يعرف موطن الذرة الشامية على وجه التحديد، إلا أنه يوجد شبه اتفاق بين المؤرخين على أن زراعتها بدأت فى أمريكا الوسطى، أو أمريكا الجنوبية. كما يعتقد أن الذرة لم تنشأ من نبات آخر برى (Purseglove ١٩٧٢). أما الذرة السكرية .. فقد نشأت كطفرة من الذرة الشامية، ولم تعرف فى الزراعة إلا فى أوائل القرن التاسع عشر (Asgrow Seed Co. ١٩٧٧). ولمزيد من التفاصيل عن موطن وتاريخ زراعة الذرة الشامية والذرة السكرية .. يراجع Tapley وآخرون (١٩٣٤).

الأهمية الاقتصادية

لا تزرع الذرة السكرية فى مصر إلا على نطاق ضيق للغاية، ولكنها تعد من الخضر الهامة اقتصاديًّا فى الدول الغربية، وخاصة فى الولايات المتحدة الأمريكية.

وتعتبر الذرة السكرية من الخضروات التى تُجرى فيها كل العمليات الزراعية – تقريبًا – بصورة آلية؛ لذا فإنها تعد من أقلها احتياجًا لليد العاملة. وقد قدر عدد ساعات العمل اللازمة لزراعة الأيكر الواحد وخدمته وحصاده (الأيكر = ٤٠٤٦,٨م^{٢} = ٠,٩٦٣ فدان) بنحو ١٢ ساعة فى أصناف التصنيع، و ١٥ ساعة فى أصناف الاستهلاك الطازج.

الاستعمالات والقيمة الغذائية

تزرع الذرة السكرية لأجل حبوبها التى تؤكل مسلوقة أو مشوية قبل أن يكتمل نضجها. تشكل البذور حوالى ٣٦٪ من وزن الكوز، بينما تشكل الأوراق المغلقة له نحو ١٩٪، والقولحة ٤٥٪.

ويحتوى كل ١٠٠ جم من حبوب الذرة السكرية من الأصناف الصفراء على المكونات الغذائية التالية: ٧٢,٧ جم رطوبة، و ٩٦ سعرًا حراريًا، و ٣,٥ جم بروتينًا، و ١ جم دهونًا (توجد معظمها فى الجنين)، و ٢٢,١ جم مواد كربوهيدراتية، و ٠,٧ جم أليافًا، و ٠,٧ جم رمادًا.

ومن المكونات الغذائية الهامة الأخرى التى توجد فى الذرة السكرية، ما يلى (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨):

المكون الغذائى	المحتوى (مجم/١٠٠ جم وزن طازج)
العناصر:	
البوتاسيوم	٣٠٠,٠
المغنيسيوم	٤٨,٠
الكالسيوم	٥,٨
المنجنيز	٠,٢
الحديد	٠,٦
النحاس	٠,٠٦
الفوسفور	١١٤
اليود	٣,٣
البورون	٠,٠٧

المكون الغذائى	المحتوى (مجم/١٠٠ جم وزن طازج)
الفيتامينات:	
فيتامين هـ	٠,٦٤٠
فيتامين ب$_{١}$	٠,١٥٠
فيتامين ب$_{٢}$	٠,١٢٠
النيكوتيناميد	١,٧٠
حامض البانتوثنك	٠,٨٩
فيتامين ب$_{٦}$	٠,٢٢
حامض الفوليك	٠,٠٤٣
حامض الأسكوربيك	١٢,٠
الأحماض الأمينية:	
الأرجنين	١٦٠,٠
الهستدين	٨٥,٠
الأيزوليوسين	١٣٠,٠
الليوسين	٣٥٠,٠
الليسين	١٣٠,٠
الميثونين	٥٦,٠
الفنيل آلانين	٢٠٠,٠
الثريونين	١٣٠,٠
التربتوفان	١٦,٠
الفالين	٢٢٠,٠
الأحماض العضوية:	
حامض الماليك	٢٩,٠
حامض الستريك	٢١,٠
حامض الكونيك	٣,٥
حامض الصُكنك	٧,٧

كذلك تحتوى الأصناف الصفراء من الذرة السكرية على حوالى ٤٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ لكل ١٠٠ جم من الحبوب الطازجة، بينما تفتقر الأصناف ذات الحبوب البيضاء بشدة إلى هذا الفيتامين.

ويختلف محتوى الذرة السكرية من السعرات الحرارية حسب مرحلة النضج؛ لأن محتواها من المواد الكربوهيدراتية يزداد – تدريجيًا – من بداية مرحلة النضج اللبنى (بداية مرحلة النضج الاستهلاكى) إلى نهاية مرحلة النضج العجينى (نهاية مرحلة النضج الاستهلاكى لبعض أغراض التصنيع). وتبلغ الزيادة خلال تلك الآونة حوالى ٤٠ سعرًا حراريًا/١٠٠ جم من الحبوب. وتتباين أصناف الذرة السكرية كذلك فى محتواها من المواد الكربوهيدراتية فى نفس مرحلة النضج (Watt & Merrill ١٩٦٣).

وتعد الذرة السكرية فقيرة – عمومًا – فى محتواها من الحمضين الأمينيين الضروريين: الليسين lysine، والتربتوفان tryptophan، وتستثنى من ذلك مجموعة من الأصناف تسمى الذرة العالية الليسين high lysine corn، والتى تحتوى على الجين opaque 2، وتتميز بارتفاع محتواها من هذين الحمضين الأمينيين (عن Arthey ١٩٧٥).

وتعتبر الذرة السكرية غنية نسبيًا فى الدهون، التى يسود فيها حامضى اللينولنك linolenic (٥٠٪)، والأوليك oleic (٣٠٪). ويعد المحتوى الدهنى المرتفع لحبوب الذرة السكرية سببًا رئيسيًا لتزنخ المنتجات المصنعة منه.

الوصف النباتى

نبات الذرة السكرية عشبى حولى (شكل ٦–١).

الجذور

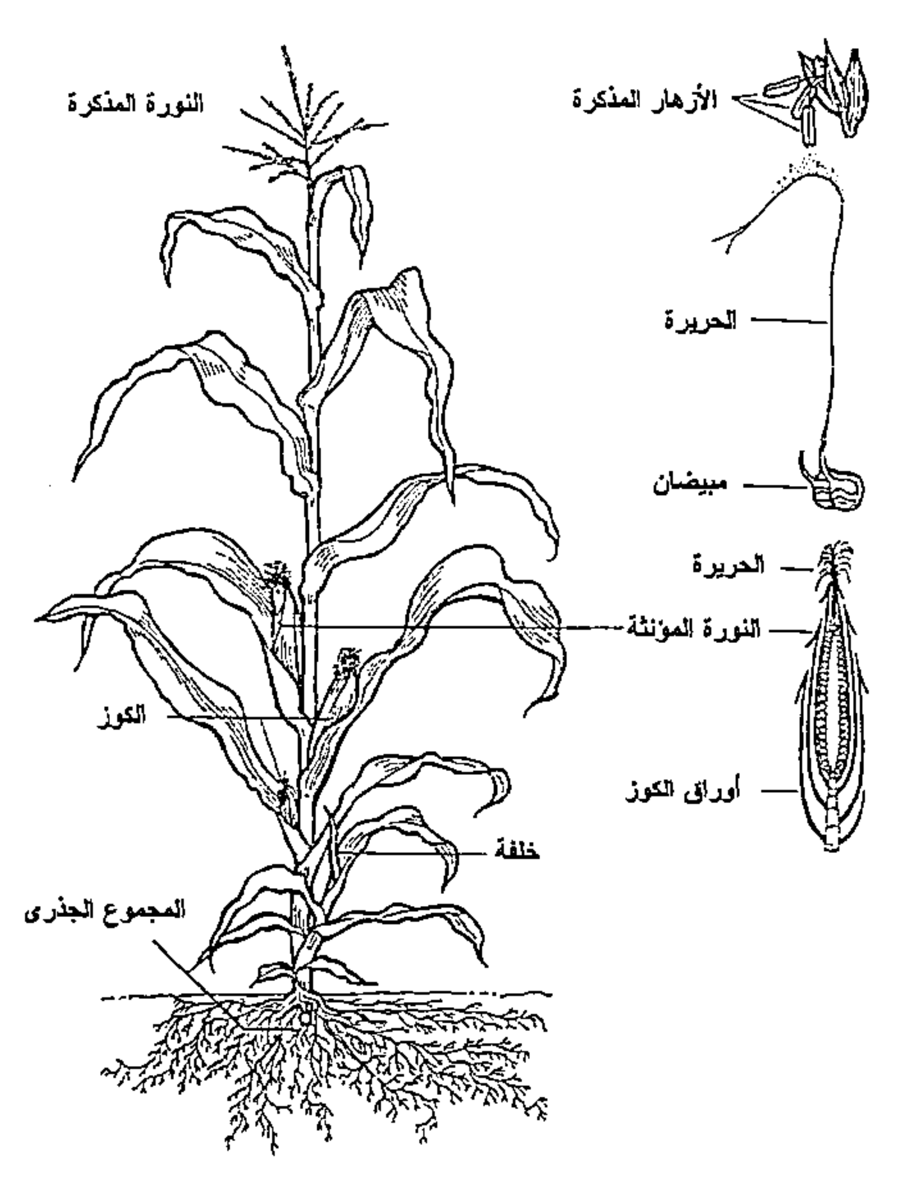
يتكون المجموع الجذرى للذرة السكرية من نوعين من الجذور العرضية، هما:

١ – جذور ماصة absorbing roots:

تنشأ هذه الجذور من قاعدة الساق الجنينية، وهى شديدة التفرع، وتمتد – أفقيًا – لمسافة ١٢٠–١٥٠ سم من قاعدة النبات، وتتعمق فى التربة لمسافة ١٩٠–٢٤٠ سم.

٢ – جذور مساعدة buttress:

تنشأ هذه الجذور أسفل العقدتين الأولى والثانية للساق، وتظهر فوق سطح التربة على شكل سوار، وتتجه نحو التربة وتتعمق فيها، وبذا .. فإنها تؤدى وظيفتين، هما: تدعيم النبات وتثبيته فى التربة، وزيادة الجذور الماصة. يتميز الجزء الهوائى من هذه الجذور بصلابته وبالتكوين الجيد لخلاياه الاسكليرونشيمية.



شكل (٦-١): الشكل العام لنبات الذرة (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

الساق

يتراوح طول ساق الذرة السكرية من ١٥٠-٢٥٠ سم حسب الأصناف، وهى غير متفرعة فيما عدا النورات المؤنثة التى تنتج الكيزان، والتى تعد بمثابة فروع جانبية

للساق، وتظهر كذلك خلفات sucers أو tillers بجانب النباتات، تعد بمثابة فروع للساق تنشأ فى آباط أوراق العقد السفلية.

ومع بلوغ بادرة الذرة السكرية ١٢,٥-٢٥ سم طولاً، يكون قد تكون بها بالفعل - غالبًا - جميع أورق النبات، وبراعمه، وسلامياته، وجميع فروع النورة القمية.

تزداد السلاميات الحديثة طولاً وقطرًا لفترة، وبعد أن تصل إلى أقصى قطر لها تستمر فى الزيادة فى الطول فقط لفترة طويلة، وتكون أكبر الأنسجة عمرًا فى الجزء العلوى من السلامية. وتحدث الزيادة فى طول السلامية نتيجة للنشاط الانقسامى لنسيج ميرستيمى (إنشائى) يوجد عند قاعدتها. وإذا ما حدث انحناء لساق النبات لأى سبب كان بعد اكتمال نموه الطبيعى فإن خلايا الجزء السفلى من النسيج الميرستيمى تبدأ فى النشاط من جديد ليعاود النبات اعتداله.

الأوراق

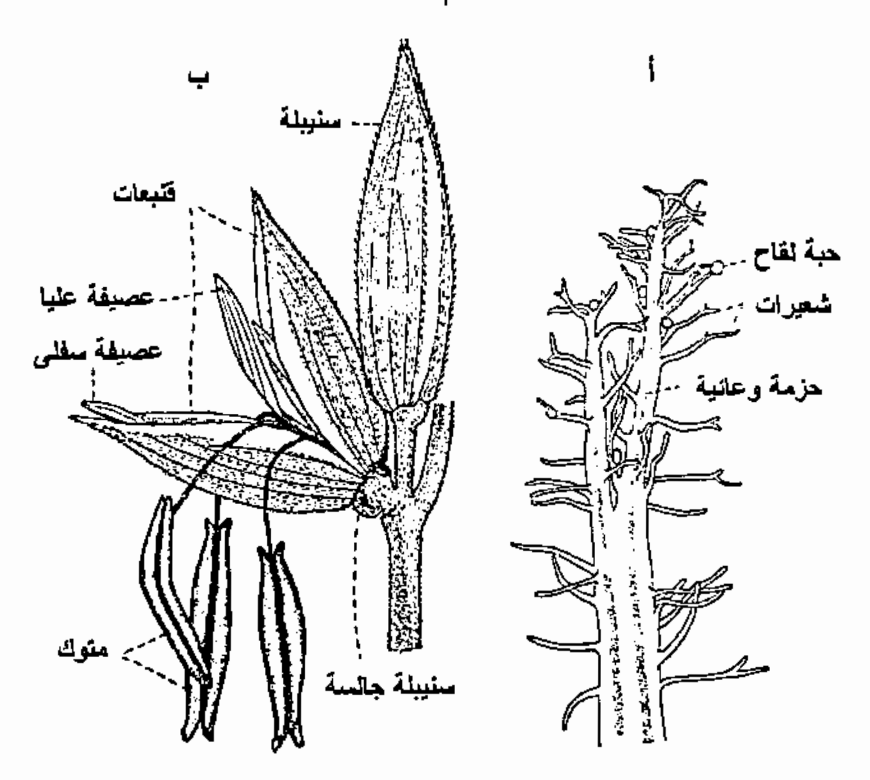
تحاط الأوراق الجنينية - عند إنبات البذور - بالأغماد التى تدفع طريقها خلال التربة، وتعوق نمو الأوراق داخلها إلى أن تصل إلى سطح التربة وتتعرض للضوء، حيث يتوقف نموها - حينئذٍ - وتنمو الأوراق التى توجد داخلها ثم تبرز منها.

تتكون كل ورقة من غمد sheath، ولسين ligule، ونصل blade. يشكل الغمد الجزء القاعدى للورقة، وهو ينشأ عند العقدة ويلتف حول الساق لمعظم طول السلامية. ويتصل اللسين بقمة الغمد، ويلتف هو الآخر بقوة حول الساق، ويمنع دخول الماء بين الغمد والساق. أما النصل .. فيكون طويلاً نسبيًّا، وذا طرف مدبب، وتعريق متواز بطول الورقة، مع عرق وسطى كبير نسبيًّا يمتد بطول الورقة. وتحمل الأوراق متبادلة على الساق.

النورات والأزهار

يعتبر نبات الذرة وحيد الجنس وحيد المسكن monoecious؛ نظرًا لأن النبات الواحد يحمل أزهارًا مذكرة وأخرى مؤنثة، وتحمل الأزهار المذكرة فى نورة طرفية، بينما تحمل الأزهار المؤنثة فى نورات إبطية.

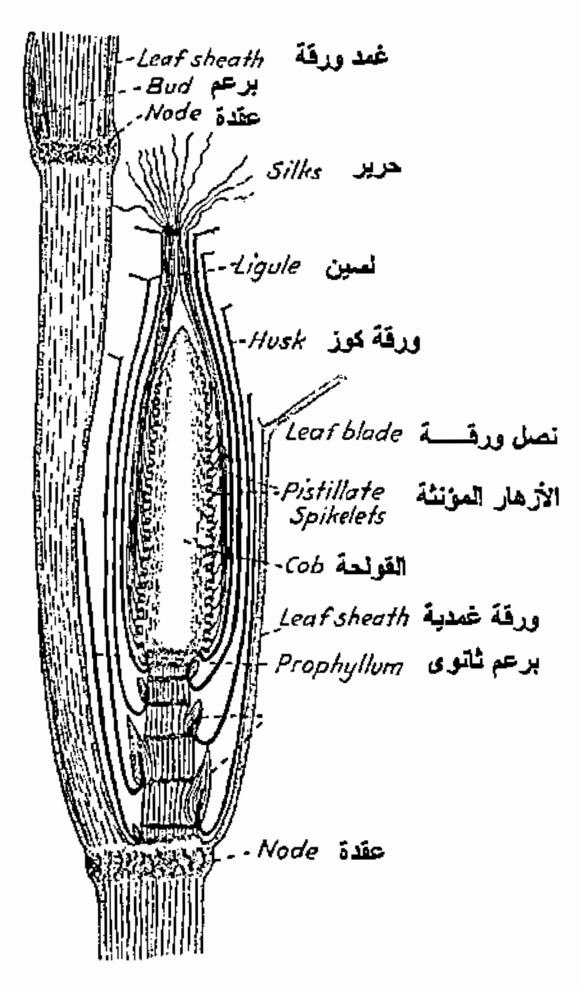
تعرف النورة المذكرة باسم الشرابة tassel، وهى تحتوى على عدد كبير من الأزهار، يتكون كل منها من غلاف زهرى مختزل، وثلاث أسدية، ومتاع أثرى. وتعتبر النورة المذكرة نورة دالية panicle تحمل فى نهاية الساق، وتتكون من سنبلة وسطية، وعديد من الفروع الجانبية فى ترتيب حلزونى. وتعد السنبلة الوسطية امتدادًا للساق الرئيسى للنبات، وهى تحمل أربعة صفوف أو أكثر من السنيبلات المزدوجة، بينما تحمل الفروع الجانبية صفين – فقط – من السنيبلات المزدوجة، تكون إحداهما معنقة والأخرى جالسة (شكل ٦-٢). وتحمل كل سنيبلة مذكرة زهرتين: تكون إحداهما أثرية، وتحاط زهرتا كل سنيبلة بقنابتين، يطلق عليهما اسم قنبعتين glumes.



شكل (٦-٢): (أ) طرف الحريرة، و (ب) زوج من السنيبلات المذكرة.

تُحمل النورة المؤنثة (شكل ٦-٣) فى طرف أحد الفروع الجانبية قريبًا من وسط الساق. وتلك الفروع تكون قصيرة جدًا بسبب قصر السلاميات. وعند كل عقدة من الفرع الحامل للنورة تتكون ورقة واحدة تكون خالية من النصل، وبسبب تقارب العقد فإن

أغماد تلك الأوراق تلتف حول بعضها لتكون ما يعرف بأوراق الكوز husk (عن Jones & Roza ١٩٢٨).



شكل (٦-٣): قطاع طولى فى نورة مؤنثة (عن Jones & Roza ١٩٢٨).

تعتبر النورة المؤنثة سنبلة متضخمة، تحمل عددًا زوجيًا من صفوف السنيبلات، ويوجد بكل منها زوج من الأزهار. ويتوقف نمو الزهرة السفلى منهما مبكرًا عادة؛ وبذا تتكون حبة واحدة بكل سنيبلة، ومن ثم تظهر الحبوب على الكوز فى عدد زوجى من الصفوف. ويحدث فى بعض الأصناف أن تكون زهرتا السنبلة خصبتين، وأن تعطى كل منهما حبة، ويؤدى ذلك إلى أن تصبح الحبوب شديدة التزاحم ولا تنتظم فى صفوف،

وتوجد هذه الحالة فى الصنف كنترى جنتلمان Country Gentleman. وتغلف زهرتا كل سنيبلة بقنبعتين كما فى النورة المذكرة. والزهرة المؤنثة سفلية وحيدة التناظر. تغلف كل زهرة – فى السنيبلة – بقنابتين، تكون السفلى منهما خارجية، وتعرف بالعصيفة السفلى lemma، بينما تعرف العليا بالعصيفة العليا palea. يكون الغلاف الزهرى مختزلاً، ويمثل عادة بحرشفتين صغيرتين، تعرفان باسم فليستين Lodicules. تتكون الزهرة من متاع علوى، وطلع أثرى. يتكون المتاع من كربلة واحدة يحتوى مبيضها على بويضة واحدة وقلم قصير ينتهى بميسم مسطح طويل متفرع – بالقرب من قمته. تشكل المياسم – معًا – ما يعرف باسم الحريرة silk (شكل ٦-٢) التى تبرز من قمة الكوز؛ لتتلقى حبوب اللقاح التى تسقط عليها بفعل الجاذبية الأرضية أو محمولة على الهواء. ويستقبل الميسم حبوب اللقاح بامتداد طوله حتى ٢,٥-٥ سم من المبيض.

وقد تظهر – أحيانًا – نباتات تحمل نورات مذكرة فقط، كما قد تظهر فى أحيان أخرى نباتات تحمل أزهارًا مؤنثة فى السنيبلات الوسطية بالنورة المذكرة، أو نباتات تحمل أزهارًا مذكرة بالقرب من قمة النورة المؤنثة. وتنتج الخلفات نورات مذكرة فقط عادة .. إلا أنها قد تنتج نورات أيضًا فى أحيان قليلة (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤).

التلقيح

التلقيح فى الذرة خلطى بالهواء، ويعتبر النبات مبكر الذكورة protandrous؛ نظرًا لأن حبوب اللقاح تنضج وتنتشر قبل استعداد المياسم لاستقبالها، ولكن يحدث نحو ٥٪ من التلقيح الذاتى بسبب وجود بعض التداخل بين موعدى نضج النورتان المذكرة والمؤنثة.

تظهر النورة المذكرة كاملة قبل أن تتفتح أية زهرة منها، وتكون أولى الأزهار فى النضج هى تلك التى توجد فى منتصف السنبلة الرئيسية، ثم تتبعها الأزهار التى توجد – أعلى وأسفل منها – على نفس المحور. ويبدأ بعد فترة وجيزة تفتح الأزهار التى توجد على السنابل الفرعية للنورة بنفس النظام السابق. وتكون آخر الأزهار تفتحًا .. هى تلك الأزهار التى توجد فى قمم وقواعد السنابل الفرعية.

يبدأ انتثار المتوك من حبوب اللقاح – عادة – عند شروق الشمس، ويستمر لساعات

قليلة. وتكون أولى الأزهار – فى نثر حبوب اللقاح – بكل زوج من السنيبلات هى الأزهار العلوية منها.

تجف حبوب اللقاح وتفقد حيويتها سريعًا بعد انتثارها، خاصة عندما تزيد الحرارة عن ٣٠°م، مع انخفاض الرطوبة النسبية. وحتى فى الظروف الجيدة .. فإن حبوب اللقاح يمكن أن تفقد حيويتها فى خلال ٣-٤ ساعات (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

يستمر انتثار حبوب اللقاح من النورة الواحدة لمدة ٢-١٤ يومًا، بمتوسط قدره نحو سبعة أيام، ويكون أقصى معدل لانتثار حبوب اللقاح فى اليوم الثالث من تفتح النورة. ينتج كل متك نحو ٢٥٠٠ حبة لقاح، وتنتج السنيبلة الواحدة نحو ١٥٠٠٠ حبة لقاح، ويكون إنتاج النورة كلها من ٢-٥ ملايين حبة لقاح. ويعنى ذلك أنه يتم إنتاج نحو ٢٠-٣٠ ألف حبة لقاح لكل حريرة من الميسم. ولذا .. فإن إنتاج اللقاح يكون – دائمًا – كافيًا لإخصاب جميع البويضات فى النورة المؤنثة. وتنتثر حبوب اللقاح بالهواء، كما تسقط بالجاذبية الأرضية من النورة المذكرة على حريرة النورة المؤنثة.

أما فى النورة المؤنثة .. فإن أولى السنيبلات تكونا، هى تلك التى توجد فى قاعدة النورة، وهى التى تظهر مياسمها أولاً، ويكون ذلك بعد نحو ٢-٣ أيام من بدء انتثار حبوب اللقاح من النورة المذكرة فى نفس النبات. وتظهر جميع المياسم من الأوراق المغلفة للنورة المؤنثة – فى غضون ٣-٥ أيام – فى الظروف البيئية المناسبة، ويمكن للمياسم أن تتلقى حبوب اللقاح لمدة ١٤ يومًا ابتداءً من وقت ظهورها.

وعندما تسقط حبوب اللقاح على المياسم (الحريرة) .. فإنها تحتجز بين شعيراتها اللزجة، وتنبت فى الحال. ويحدث الإخصاب بعد حوالى ١٢-٢٨ ساعة من التلقيح. ويتطلب ذلك نمو أنبوبة اللقاح لمسافة ٢٥ سم فى أطول المياسم، وهو ما يعنى أن سرعة النمو تكون عالية للغاية. تجف المياسم بعد الإخصاب .. أما إذا لم يحدث التلقيح .. فإنها – أى المياسم – تستطيل بشكل غير عادى، وتصبح قابلة للتقصف.

مع وصول الأنبوبة اللقاحية إلى الكيس الجنينى فإنها تنفجر، وينطلق منها نواتين ذكريتين، تندمج إحداهما مع نواة البيضة لتكونا معًا الزيجوت، وتندمج النواة الأخرى

مع إحدى النوايتين القطبيتين، ثم تندمج النواة الثنائية الناتجة مع النواة القطبية الأخرى ليكونا جميعًا نواة الإندوسبرم الثلاثية. ومن عديد من حبوب اللقاح التى تنبت داخل الحريرة وتنمو داخلها، فإن واحدة منها فقط هى التى تدخل الكيس الجنينى. هذا .. وتبلغ المسافة التى يكون على حبة اللقاح قطعها داخل الحريرة حتى تصل إلى الكيس الجنينى حوالى ١٥٠٠ ضعف قطرها.

تحدث معظم عمليات التلقيح فى الهواء الساكن بواسطة حبوب لقاح النباتات المجاورة. أما عند اشتداد الرياح .. فإن حبوب اللقاح يمكن أن تحمل لمسافة ٥٠٠ متر (Purseglove ١٩٧٢، و Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

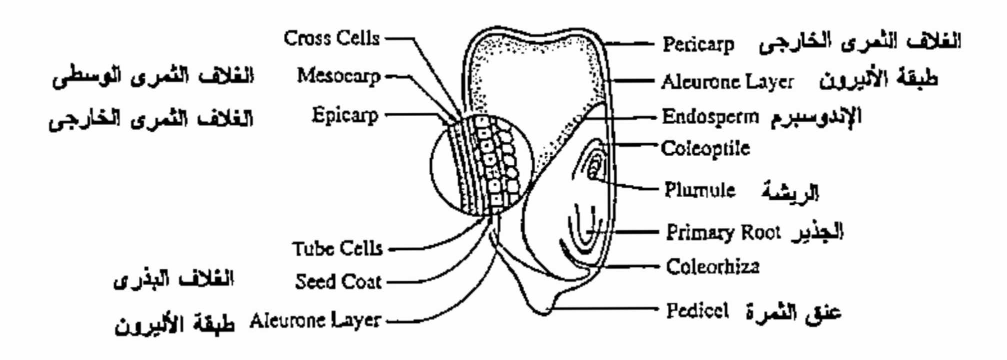
الثمار والبذور

إن ثمرة الذرة برة (يطلق عليها اسم caryopsis)، وهى الحبة، أو ما يعرف – مجازًا – باسم "البذرة"، وهى مبططة من الجانبين؛ بسبب الضغط الذى يقع عليها أثناء تكوينها من الحبوب الأخرى التى تقع على جانبيها. وتبدو الحبة مقعرة من أحد جانبيها، وهى مثلثة الشكل تقريبًا، حيث تكون أعرض عند قمتها عنها عند قاعدتها. تتكون الحبة – أساسًا – من الإندوسبرم الذى يحيط بالجنين، كما يحاط الإندوسبرم – بدوره – بطبقة الأليرون aleurone layer، ونسيج الغلاف الثمرى الخارجى pericarp، وهو نسيج أمّى رقيق يتكون فى الذرة السكرية من نحو خمس طبقات من الخلايا، مقارنة بنحو ٢٠ طبقة فى الذرة الفيشار، ويكون جنين البذرة على أحد جانبى الحبة بالقرب من قاعدتها (شكل ٦–٤). يشكل الإندوسبرم حوالى ٨٥٪ من وزن الحبة، وهو مصدر الغذاء للجنين عند الإنبات، بينما لا يشكل الجنين أكثر من ٥٪ من الحبة.

تكون حبة الذرة السكرية إما بيضاء أو صفراء اللون، وفى بعض الأصناف قد توجد حبوب بيضاء وأخرى صفراء فى نفس الكوز. وفى بعض الطرز الأخرى التى تستعمل لأغراض الزينة تتراوح الألوان بين الأحمر إلى الأزرق الداكن الضارب إلى السواد (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

يطلق مصطلح زنيا xenia على ظاهرة تأثير بعض صفات الأب على إندوسبرم البذور نتيجة للتلقيح الخلطى بين نباتات مختلفة وراثيًا فى صفات الإندوسبرم. فمثلاً .. إذا

لُقح نبات يحمل صفة الإندوسبرم الأبيض بحبوب لقاح نبات يحمل صفة الإندوسبرم الأصفر، فإن الإندوسبرم الذى يتكون فى حبة الذرة يكون أبيض اللون، بسبب السيادة الجزئية لصفة الإندوسبرم الأصفر على الإندوسبرم الأبيض، على الرغم من مساهمة الأب بنواة واحدة (النواة الذكرية بحبة اللقاح) مقابل نواتان هما مساهمة الأم (نواتا الإندوسبرم بالكيس الجنينى).



شكل (٦-٤): قطاع طولى فى حبة الذرة.

وبينما تكون بعض التغيرات فى خصائص الإندوسبرم - كنتيجة لظاهرة الزنيا - مرغوبة ومقصودة، فإن تغيرات أخرى كثيرة تكون ضارة وتؤثر سلبيًّا على نوعية الحبوب، حيث قد يتغير لون الحبة ووزنها، ووزن الجنين، ومحتوى المواد الصلبة الذائبة، والمحتوى الرطوبى بالحبة.

الأصناف

تقسيم الأصناف

أولاً: التقسيم حسب طبيعة الصنف (هجين، أم مفتوح التلقيح)، ولون الحبوب، وموعد النضج

١ - أصناف هجين:

أ - الحبوب صفراء اللون:

(١) مبكرة جدًّا فى النضج (٦٥-٧٤ يومًا من الزراعة إلى الحصاد) .. كما فى

الأصناف نـورث سـتار North Star، وسـينيكا ٦٠-٢ Seneca 60 II، وسـبرنج جولـد Spring Gold.

(٢) مبكرة النضج (٧٥-٨٠ يومًا من الزراعة إلى الحصاد) .. كما فى الأصناف نورثرن بلى Northern Belle، وكارمل كروس Carmelcross، وشوجر كنج Sugar King.

(٣) متوسطة النضج (٨١-٨٩ يومًا من الزراعة إلى الحصاد) .. كمـا فـى جولـد كـب Gold Cup، وجولـد إيجـل Gold Eagle، وسـينيكا أرو Seneca Arrow، وجوبـولى Jubilee (أو جولدن جوبولى Golden Jubilee).

(٤) متأخرة النضج (٩٠ يومًا من الزراعة إلى الحصاد) .. كما فـى الأصنـاف جولـدن كروس Golden Cross، وأيوشـيف Iochief، وشـور كـروب Shurecrop، وديـب جولـد Deep Gold، وسينيكا شيف Seneca Chief، وجولدن سـكيورتى Golden Securtity، وجولدن Golden.

ب - الحبوب بيضاء اللون .. كمـا فـى سـلفر كويـن Silver Queen، وسـنو درفـت Snowdrift، وإفرجرين هيبرد Evergreen Hybrid.

جـ - الحبوب بيضاء وصفراء مختلطة معًا .. كما فـى شـوجر آندجولـد Sugar and Gold، وهنى آند كريم Honey and Cream.

د - أصناف الشىّ (ذرة حقلية)، مثل: أزجرو فيفوريت Asgrow Favorite.

٢ - أصناف مفتوحة التلقيح Open-pollinated:

أ - الحبوب صفراء اللون، كما فى الصنف جولدن بانتـام Golden Bantam (ينضـج بعد ٧٠ يومًا من الزراعة.

ب - الحبوب بيضاء اللون .. كما فى الصنف كنترى جنتلمان Country Gentleman (ينضج بعد ١٠٠ يوم من الزراعة).

جـ - أصناف الشىّ (ذرة حقلية) .. مثل تكرز فيفوريت Tucker's Favorite.

وجدير بالذكر أن أصناف الذرة الشامية التى تستعمل كذرة سـكرية (أصنـاف الشـىّ) تعد أصنافًا "نصف حلوة"، وهى لا تحتوى على أى من طفرات الذرة السكرية.

ثانيًا: التقسيم حسب الطفرات أو درجة الحلاوة

تتوفر ثلاثة طرز وراثية من الذرة السكرية تختلف فى نوعية الطفرات الإندوسبرمية التى تحملها، وهى:

١ - الذرة السكرية العادية (su)، وتتضمن الأصناف القياسية التى تزرع لأجل التصنيع وكثير من أصناف الاستهلاك الطازج، وتتراوح فيها نسبة السكر بين ٣٪، و ٥٪.

٢ - ذرة سكرية زائدة الحلاوة sugary enhanced: تحتوى على الجين se الذى يرفع محتوى السكر قليلاً، والحبوب غضة tender جدًّا.

٣ - ذرة سكرية شديدة الحلاوة super sweet: تحتوى على الجين sh 2 الذى يرفع محتوى السكر بمقدار ضعفين إلى ثلاثة أضعاف التركيز الطبيعى فى الأصناف القياسية (يتراوح بين ٧٪، و ١٠٪). يكون القوام هشّ (أو قَصِم) crispy، وليس كريميًّا مثلما يكون عليه الحال فى الفئتين السابقتين. وتزداد فى أصناف هذه المجموعة فترة التخزين بسبب بطء تحول السكر فيها إلى نشا بعد الحصاد. تكون الحبوب المكتملة التكوين أصغر حجمًا وأخف وزنًا، وأشد انكماشًا عن حبوب أصناف المجموعتين الأخريين.

المواصفات المرغوبة فى أصناف الذرة السكرية

توجد مواصفات عامة يجب أن تتوافر فى جميع الأصناف أيًّا كان الغرض من زراعتها، وهى: المحصول المرتفع، والكيزان الكبيرة، والمقاومة للأمراض والحشرات الهامة، والتأقلم على الظروف البيئية السائدة. وإلى جانب ذلك .. فإن هناك مواصفات أخرى يجب أن تتوفر فى الأصناف حسب الغرض من زراعتها كما يلى:

١ - أصناف التصنيع .. من صفاتها المهمة ما يلى:

(أ) أن تكون متجانسة فى موعد النضج.

(ب) ألا تنتج خلفات.

(جـ) ألا توجد أوراق كثيرة بالكوز.

(د) أن تكون الحبوب صفراء اللون، وذات نوعية جيدة.

(هـ) أن تكون الحريرة بيضاء اللون.

(و) أن تعطى نسبة مرتفعة من المحصول المُصنَّع لكل طن من المحصول الطازج.

(ز) أن تحتفظ الحبوب بجودتها لفترة طويلة أثناء التعليب.

٢ – أصناف الاستهلاك الطازج .. من صفاتها المهمة ما يلى:

(أ) أن تحتوى على عدد كبير من الأوراق بالكوز.

(ب) أن تكون أغلفة الكوز ذات لون أخضر قاتم.

(جـ) أن تكون الحبوب باللون المرغوب للمستهلك، ومرتفعة فى محتواها من السكر.

(د) ألا تتدهور نوعية البذور بسرعة أثناء التخزين.

الأصناف الهامة

إن أصناف الذرة، السكرية كثيرة للغاية. وقد سبقت الإشارة إلى عديد من هذه الأصناف. وتختلف بطبيعة الحال الأصناف المزروعة فى مختلف مناطق الإنتاج، فمثلاً .. تنتشر فى ولاية كاليفورنيا الأمريكية زراعة الأصناف: جولدن جوبولى Golden Jubilee، وجولدن كروس بانتام Golden Cross Bantam، والينويز إكسترا سويت، وبونانزا Bonanza، وبترسويت Butter Sweet، وإيرلى بلى Earlibelle، وميريت Merit، وهجين ٢٣٢٧ Hybrid 2327، وجوبولى Jubilee، و سلفر كوين Silver Queen، وفانجارد Vanguard (Sims وآخرون ١٩٧٨).

ومن أصناف الذرة السكرية الهامة الأخرى – وجميعها من الهجن – ما يلى:

أولاً: أصناف سكرية عادية (su):

Golden Beauty	Golden Beauty
Vanella	Concorde
Iochief	Seneca Chief
Spring Rush	Amador
Commander	Sundance

Honey Bantam

سلسلة هجن هنى بانتام (ساكاتا) الصفراء والبيضاء وذات اللونين

Jubilee (Golden Jubille أو)

Gold and Silver (ذو لونين)

Dandy (ذو لونين)

Honey and Cream (ذو لونين)

Silver Chief (أبيض)

Merit

Challenger

Commander

Sundance

Harmony

Silver Queen (أبيض)

Double Taste (ذو لونين)

Snowbelle (أبيض)

ثانيًا: أصناف شديدة الحلاوة (sh 2):

Signal

Lumidor

Landmark

Symphony

Lucy (أبيض)

Krispy King

Crisp 'N Sweet 710

Supersweet Jubilee

Sweetie 82

(يحتوى على sh2، و su)

How Sweet It Is (أبيض)

Candle

Trophy (شكل ٦–٥، يوجد فى آخر الكتاب)

Zenith

Florida Sweet

Coctail (ذو لونين)

Sheba

Supersweet Jubilee

Zenith

Butterfruit

Even Sweeter (أبيض)

Aspen (أبيض)

Honey and Pearl (ذو لونين)

ثالثًا: أصناف قياسية محسنة (su، و se):

Precocious

Alpine (أبيض)

Sugar Snow (أبيض)

Sugar Bonus

Kandy King

Silverado (أبيض)

وقد جربت بنجاح فى مصر (فى محطة التجارب الزراعية لكلية الزراعة – جامعة القاهرة بالجيزة) زراعة الأصناف: جودلن كروس بانتام، وجولدن بيوتى هيبرد Golden Beauity Hybrid، وبيسر Pacer، وفكتورى جولدن Victory Golden، وفانجارد، وميريت، وجولدن فانسى Golden Fancy، ومدواى Midway. كانت الزراعة فى ١٠ مارس، وقد أعطت جميع الأصناف محصولاً جيدًا، وكان امتلاء الكيزان جيدًا. تميزت هذه الأصناف بلون الحبوب الأصفر، والطعم الجيد، وتراوح طول الكوز فيها من ١٣ سم فى الصنف جولدن بيوتى هيبرد إلى ١٩ سم فى معظم الأصناف الأخرى. وتميز الصنف جولدن بيوتى هيبرد بالتبكير فى النضج بنحو أسبوع عن الأصناف الأخرى (بحوث غير منشورة للمؤلف).

ولمزيد من التفاصيل عن أصناف الذرة السكرية .. يراجع Tapley وآخرون (١٩٣٤) بخصوص الأصناف التى أدخلت فى الزراعة قبل عام ١٩٣٤، مع شرح مفصل وصور ملونة لكل صنف، و Minges (١٩٧٢) للأصناف التى أنتجت بين عامى ١٩٣٤، و ١٩٧٢، و Tigchelaar (١٩٨٠، ١٩٨٦) بالنسبة للأصناف التى أنتجت بعد ذلك حتى عام ١٩٨٦، و Wehner (١٩٩٩، و ٢٠٠٢).

الفصل السابع

زراعة الذرة السكرية

التربة المناسبة

تنتج الذرة السكرية فى جميع أنواع الأراضى بشرط أن تكون جيدة الصرف، وتفضل الزراعة فى الأراضى الطميية الرملية عند الرغبة فى إنتاج محصول مبكر؛ لأنها تدفأ بسرعة أكبر فى الربيع. وتستعمل الأراضى الطميية المتوسطة والثقيلة فى إنتاج محصول التصنيع؛ لأنها تحتفظ برطوبتها لفترة أطول، وتنتج محصولاً أعلى.

تنمو الذرة السكرية فى مدى واسع من pH التربة، ولكن يتراوح الـ pH المناسب من ٥,٨–٧,٠.

ولا تحمل الذرة لسكرية قدرًا كبيرًا من التحمل للملوحة الأرضية.

وبينما تعد الذرة السكرية ذات قدرة على تحمل ظروف الجفاف، فإنها لا تتحمل الصرف السيئ وارتفاع منسوب الماء الأرضى.

تأثير العوامل الجوية

الحرارة

تعتبر الذرة السكرية من نباتات الجو الدافئ. يناسب إنبات البذور مجال حرارى يتراوح بين ٢١، و ٢٧°م. ولا يجب أن تنخفض حرارة التربة عن ١٣°م، أو تزيد عن ٣٥°م، علمًا بأن إنبات البذور يستغرق حوالى ٢٠ يومًا فى حرارة ١٠°م، بينما لا تزيد فترة الإنبات عن ٥ أيام فى حرارة ٢١°م.

تكون الأصناف فائقة الحلاوة أكثر حساسية لحرارة التربة المنخفضة (الأقل من ١٣°م) عن الأصناف القياسية العادية.

نجد بعد اكتمال الإنبات أن الحرارة المنخفضة لا تؤثر فى نمو البادرات مثلما

تؤثر فى نمو النباتات الأكبر عمرًا، والتى تضرها الحرارة المنخفضة، حيث تحد من نموها.

تؤدى الحرارة العالية (أعلى من ٣٥°م) والرياح الحارة الجافة أثناء فترة التلقيح إلى سوء العقد، وعدم امتلاء قمة الكوز، كما أن لدرجة الحرارة السائدة أثناء النضج والحصاد تأثيرًا كبيرًا على إنتاج الذرة السكرية؛ نظرًا للازدياد الكبير فى سرعة تحول السكر إلى نشا عند ارتفاع درجة الحرارة؛ وهو ما قد يؤدى إلى تدهور نوعية المحصول قبل الانتهاء من حصاده، ويتضح ذلك من جدول (٧-١) الذى يبين تأثير درجة الحرارة السائدة على الفترة التى تمر قبل مرحلة النضج اللبنى حتى الوقت المناسب للحصاد لغرض التعليب، والمدة التى تبقى خلالها الكيزان بحالة جيدة صالحة للحصاد فى كل درجة حرارة.

جدول (٧-١): تأثير معدل درجة الحرارة اليومى على المدة حتى الحصاد، والفترة الت تبقى فيها الكيزان بحالة صالحة للحصاد لأجل التصنيع (عن Thompson & Kelly ١٩٥٧).

معدل درجة الحرارة اليومى (°م)	الفترة من قبل الطور اللبنى إلى أحسن مرحلة نضج للتعليب (يوم)	الفترة التى تبقى فيها الكيزان بحالة صالحة للحصاد لأجل التعليب (يوم)
١٥,٥	١٤,٥	٥
١٨,٣	١٢	٤
٢١,١	١٠	٣
٢٣,٨	٨	٣
٢٦,٦	٧	٢
٢٩,٤	٥,٥	١,٥

الفترة الضوئية

تزهر النباتات بسرعة أكبر فى ظروف النهار القصير. ولا تزهر معظم أصناف المناطق الاستوائية فى صيف المناطق الباردة إلاّ عندما تقل الفترة الضوئية إلى ١٣ أو ١٢ ساعة. وفى ظروف النهار الطويل تبقى تلك الأصناف خضرية، ويمكن أن يصل ارتفاعها إلى ٥ أو ٦ أمتار قبل أن تكوّن النورة المذكرة.

كذلك فإن الفترة الضوئية القصيرة جدًا (٨ ساعات)، مع الحرارة الأقل عن ٢٠°م يمكن أن تؤخر الإزهار.

وتحفز الفترة الضوئية الطويلة استمرار النمو الخضرى لفترة أطول قبل الإزهار؛ مما يزيد من قدرة النبات على تمثيل الغذاء.

ظاهرة الزينيا وعزل حقول الذرة السكرية

ظاهرة الزينيا

لحبوب اللقاح تأثير كبير على نوعية الحبوب فى الذرة السكرية؛ وذلك لأنها تؤثر على خصائص إندوسبرم الحبة الذى يحتوى على السكريات المرغوبة، ويحدث ذلك من خلال ظاهرة الإخصاب المزدوج Double Fertilization، حيث تقوم إحدى النواتين التناسليتين فى حبة اللقاح بإخصاب البويضة وتكوين الزيجوت، وتقوم النواة التناسلية الثانية بإخصاب النواتين القطبيتين فى الكيس الجنينى، وتكوين نواة الإندوسبرم الثلاثية. ويتأثر لون وطبيعة الإندوسبرم المتكون بالتركيب الوراثى لحبة اللقاح، ويعرف ذلك التأثير بـ "الزينيا" xenia. فإذا كانت حبة اللقاح من حقل ذرة شامية مجاور .. تكونت حبوب نشوية فى كيزان الذرة السكرية، وإذا كان صنف الذرة السكرية أبيض اللون، ولقح بحبوب لقاح من صنف أصفر .. تكونت حبوب صفراء اللون؛ ولهذا السبب يجب عدم زراعة الذرة السكرية بالقرب من حقول الذرة الشامية إذا توافق موعد الإزهار فيهما، كما يلزم لنفس السبب عزل السلالات الجديدة من الذرة السكرية عن بعضها البعض، وذلك بنحو ٣٠ م عند الرغبة فى تقييمها.

أهمية العزل

يعد العزل ضروريًا للمحافظة على لون الإندوسبرم وصفات جودة الحبة من حيث القوام ومحتواها من السكريات.

ونظرًا لأن وجود حبوب مختلفة اللون فى الكوز يعد أمرًا واضحًا غير مرغوب فيه؛ لذا .. ينبغى توفير مسافة عزل لا تقل عن ٧,٥ مترًا بين الأصناف البيضاء الحبوب

والأصناف الملونة. كذلك فإن توفير عزل زمانى قدره أسبوعين فى موعد ظهور الحريرة قد يكون كافيًا، ولكنه أقل كفاءة من العزل المكانى.

أما المحافظة على صفات جودة الحبة فإنه يتطلب ما يلى:

١ – عزل الطرز فائقة الحلاوة وغيرها من الطرز الجديدة عن طرز الذرة السكرية القياسية حسب المسافات المبينة فى جدول (٧–١).

٢ – قد يكفى وجود ٢–٤ خطوط حدودية حول الأصناف المراد عزلها لأجل الحد من التلوث بحبوب اللقاح غير المرغوب فيها.

يجب عزل الذرة السكرية الـ sh2 ليس فقط عن الذرة الحقلية، ولكن كذلك عن كل من الطرازين su1، و se1 من الذرة السكرية، ذلك لأن التلقيح الخلطى مع الطرازين الأخيرين يترتب عليه تكوين حبوب نشوية (كحبوب الذرة الحقلية)؛ لأن تلك الحبوب لا تكون أصيلة فى أى من الجينين sh2 أو su1. ويلزم للعزل توفير مسافة لا تقل عن ٥٠–٧٥م، ولكن مسافة العزل يمكن أن تقل عن ذلك عند قلة الرياح فى منطقة الزراعة، أو إذا ما أحيط الحقل بخطوط من الذرة السكرية التى يستغنى عن محصولها كخضر.

ونظرًا لأن جميع طرز الـ se1 تكون أصيلة ومتنحية فى الجين su1 .. فإن عزلها عن الذرة السكرية العادية su1 لا يكون ضروريًا، على الرغم من أن تحقيق الحد الأقصى لمزايا الجين se1 يتطلب حدوث التلقيح بحبوب لقاح تحمل الجين se1 كذلك. وكما هو الحال مع الطراز الـ su1 .. فإن التلقيح الخلطى للطراز se1 بلقاح من الطراز sh2 يترتب عليه تكوين حبوب نشوية (Wolfe وآخرون ١٩٩٧).

احتياجات العزل

تقسم أصناف الذرة – حسب احتياجات العزل إلى ست مجموعات رئيسية، كما يلى:

١ – المجموعة الأولى:

تشمل هذه المجموعة أصناف الذرة الشامية field corn (أو flour corn)، وهى لا تحتوى على أى طفرات إندوسبرمية.

٢ – المجموعة الثانية أ:

تتضمن هذه المجموعة أصناف الذرة السكرية القياسية التى تحتوى إلى الجين su فقط بحالة أصيلة، ومن أمثلتها الأصناف: Jubilee (أصفر)، و Double Sweet (ذات لونين)، و Silver Queen (أبيض).

٣ – المجموعة الثانية ب:

تتضمن هذه المجموعة أصناف الذرة السكرية التى تحتوى على الجين su بحالة أصيلة، ومعه الجين sugary enhancer (أى se) بحالة أصيلة أو خليطة (وهى التى تعرف بطراز EH)، ومن أمثلتها الأصناف: Kandy Korn EH (أصفر)، و Miracle (أصفر)، و D'Artagan (ذو لونين)، و Calico Bell (ذو لونين)، و Silverado (أبيض).

٤ – المجموعة الثانية جـ:

تتضمن هذه المجموعة أصناف الذرة السكرية التى تحتوى على الجين su بحالة أصيلة، ومعه الجين sh2 بحالة أصيلة أو خليطة، والتى تعرف بطراز Sweet Gene Hybrid أو باسم Synergistics، ومن أمثلتها Sugar Loaf (أصفر).

٥ – المجموعة الثالثة أ:

تتضمن هذه المجموعة الأصناف التى تعرف بالأسماء: Shrunken 2، و Supersweets، و Xtra-Sweet، وهى تحتوى على الجين sh-2 فقط بحالة أصيلة، ومن مثلتها الأصناف: Crisp 'N Sweet 710 (أصفر)، و Honey and Pearl (ذو لونين)، و How Sweet It Is (أبيض).

٦ – المجموعة الثالثة ب:

تتضمن هذه المجموعة الأصناف التى تحتوى على الجين sh2 بحالة أصيلة ومعه الجين su بحالة خليطة، وتعرف باسم Improved supersweet، ومن أمثلتها الصنف Sweetie 82 (أصفر).

ويوضح جدول (٧–٢) مسافات العزل الموصى بها بين مختلف مجموعات الذرة، ويجب اعتبار الذرة الفيشار كمجموعة عزل إضافية تعزل عن جميع المجموعات الأخرى

بما لا يقل عن ٧٥ م، ومع ضرورة عزل الأصناف ذات الحبوب البيضاء بمسافة ٧٥ م عن جميع الأصناف الأخرى.

جدول (٧-٢): مسافات العزل الموصى بها بين مختلف مجموعات الذرة.

المجموعة	مسافة العزل بالمتر عن مجموعات الذرة					
	١	٢أ	٢ب	٢ جـ	٣أ	٣ب
١	صفر	٧٥	٧٥	٧٥	٧٥	٧٥
٢أ	٧٥	صفر	١٥	١٥	٧٥	٧٥
٢ب	٧٥	١٥	صفر	١٥	٧٥	٧٥
٢جـ	٧٥	١٥	١٥	صفر	٧٥	٧٥
٣أ	٧٥	٧٥	٧٥	٧٥	صفر	١٥
٣ب	٧٥	٧٥	٧٥	٧٥	١٥	صفر

يلاحظ أن مسافة العزل الموصى بها بين المجموعات الأولى والثانية والثالثة هي ٧٥ مترًا حينما يُحدث التلقيح الخلطي تغيرات في الطعم، والقوام، ومحتوى النشا تجعل الحبوب مماثلة لحبوب الذرة الحقلية.

كذلك يوصى بمسافة عزل ١٥ مترًا حينما لا يكون التلقيح الخلطي شديد التأثير على صفات الحبة، وإنما يتسبب فقط في إحداث تغيرات في الطعم والقوام ومحتوى النشا تجعل الحبوبَ مماثلة لحبوب الذرة السكرية العادية.

طرق العزل

يكون العزل إما مكانيًّا، وإما زمانيًّا.

العزل المكاني

يتحقق العزل المكاني بتوفير مسافة عزل لا تقل عن ٧٥م، ولا تزيد عن ١٨٠م، علمًا بأن نسبة التلقيح الخلطي تنخفض إلى ١٪ (٤ حبوب بكل كوز) عند مسافة ٣٠م.

وتجب مراعاة ما يلى:

١ - زراعة الأصناف فائقة الحلاوة (المجموعة الثالثة) فى مهب الرياح السائدة، بينما تزرع بعدها جميع الطرز الأخرى.

٢ - إزالة النورة المذكرة topping بالأصناف القياسية العادية بعد تحولها إلى اللون البنى وقبل إزهار الأصناف فائقة الحلاوة القريبة منها، إلا أن ذلك الإجراء قد يكون له مردود سلبى على محصول الصنف الذى إزيلت نوراته المذكرة.

٣ - يمكن فى الزراعات الصغيرة المتتالية زراعة كل أصناف مجموعة العزل الواحدة معًا فى قطعة تبعد ٧٥ م عن أى قطعة أخرى تضم زراعات صغيرة متتالية من مجموعة عزل أخرى.

العزل الزمانى

يتحقق العزل الزمانى بتوفير مدة ٢-٣ أسابيع تفصل بين مجموعات العزل المختلفة فى وقت التلقيح، ولكن يراعى فى ذلك الأمر ما يلى:

١ - لا يكون الفصل الزمانى قائمًا على الزراعة فى تواريخ محددة سلفًا، وإنما على أساس مرحلة النمو التى وصلت إليها الزراعة السابقة، أو الوحدات الحرارية المتجمعة. كذلك يؤخذ فى الاعتبار المدة التى تلزم لنضج المحصول فى مختلف الأصناف من واقع كتالوجات شركات إنتاج البذور. وإذا ما تساوت الأصناف المراد عزلها عن بعضها البعض فى مواعيد نضجها، فإن الزراعة التالية تجرى بعد مرور مالا يقل عن ٣٠٠ وحدة حرارية أعلى من حرارة أساس مقدارها ١٠°م، أو بعد أن تكمل نباتات الزراعة السابقة تكوين ثمانى أوراق على الأقل.

٢ - لتحقيق فصل زمانى مدته ٢-٣ أسابيع يتعين أن يكون إنبات البذور متجانسًا، وإلاّ تسببت النباتات التى تتأخر فى الإنبات من الزراعات السابقة فى مشاكل عند إزهارها.

٣ - يفيد التخلص من النمو القمى للزراعة السابقة قبل بدء ظهور الحريرة فى الزراعة التالية مباشرة .. يفيد ذلك فى زيادة كفاءة العزل الزمانى. ومن المهم إعطاء

عناية خاصة لأجل التخلص من النمو القمى فى النباتات المتأخرة الإزهار والخلفات، وخاصة فى العشرين خطًا المجاورة للزراعة التالية.

اختيار شكل حقل الزراعة

لشكل الحقل تأثير كبير على محصول الذرة السكرية، ودرجة امتلاء الكيزان بها؛ نظرًا لأن التلقيح يحدث بشكل أفضل فى الحقول المربعة الشكل عما فى الحقول المستطيلة. ويزداد التأثير وضوحًا فى المساحات الصغيرة التى تأخذ فيها الحقول المستطيلة شكل شريط ضيق من الأرض. ولنفس السبب .. فإنه لا فائدة ترجى من زراعة الذرة السكرية على القنوات والبتون محملاً على محاصيل الخضر الأخرى.

التقاوى وإعدادها للزراعة

كمية التقاوى

تتكاثر الذرة السكرية بالبذور التى تزرع فى الحقل الدائم مباشرة. يحتوى كل كيلو جرام واحد من البذور على ٤٢٠٠–٦٣٠٠ بذرة، وتلزم لزراعة الفدان نحو ٨ كجم من البذور فى الزراعات المبكرة حينما يكون الإنبات رديئًا بسبب انخفاض درجة حرارة التربة، و ٥–٦ كجم فى لزراعات التالية فى الجو الدافئ. وتزداد كمية التقاوى عن هذه الحدود إذا كان الصنف كبير الحبوب بطبيعته.

يفضل استعمال البذور الكبيرة الحجم فى الزراعة؛ لأنها تعطى محصولاً أسبق بكورًا، كما أنها تعطى محصولاً أكثر من محصول البذور الصغيرة من نفس الصنف، ويساعد تدريج البذور حسب الحجم – قبل الزراعة – على سهولة زراعتها آليًا، ويؤدى إلى تجانس النباتات فى موعد النضج.

كما أظهرت الدراسات أن البذور المبططة تنبت أسرع من الكروية، وأن الإنبات يكون أفضل فى البذور الأعلى كثافة.

إعداد التقاوى للزراعة

مشكلة ضعف الإنبات

تعتبر بذور الذرة السكرية أكثر قابلية للإصابة بالعفن فى التربة عن الذرة الشامية،

خاصة عندما تكون الزراعة فى أرض باردة ورطبة؛ لذا .. فإنه تفضل معاملتها بأحد المطهرات الفطرية، مثل: الثيرام لوقايتها من العفن (Ware & McCollum ١٩٨٠).
وتزداد مشكلة عفن البذور سوءًا فى حالة زراعة الأصناف التى ترتفع بها نسبة السكر (sh2)؛ نظرًا لأن بذورها تكون غالبًا منكمشة وخفيفة الوزن.

يؤدى انخفاض حرارة التربة إلى بطء إنبات البذور، وقد تموت البذور بفعل نشاط الكائنات المرضة قبل أن تتمكن من الإنبات. وحتى إذا تمكنت البذور من الإنبات فإن طول فترة تعرضها للحرارة المنخفضة (بين ١٠، و ١٥°م) يقلل كثيرًا من قوة نمو البادرات بعد بزوغها من التربة.

الفطريات المسببة لأعفان البذور

تُصاب البذور الـ sh2 بعديد من الفطريات، منها: *Rhizopus* sp.، و *Fusarium* spp.، و *Penicillium* spp.، و *Pythium* spp.، كما يصيبها الفطر *Fusarium moniliforme* بشدة (عن Parera & Cantliffe ١٩٩٤).

ويعتبر *Penicillium oxalicum* من أخطر الفطريات المسببة للذبول الطرى السابق للإنبات فى بذور الذرة السكرية sh2 عند زراعتها فى تربة دافئة وجافة، إلا أن تأثير هذا الفطر وغيره من الفطريات المسببة للذبول الطرى على غياب الإنبات يختفى فى الظروف المناسبة للإصابة بالفطر *Pythium ultimum* (Callan وآخرون ١٩٩٦).

أسباب ضعف إنبات البذور

إن أهم خصائص الحبوب الـ se1 والـ sh2 التى تلعب دورًا فى ضعف إنباتها عند الزراعة وافتقاد البادرات الناتجة منها لقوة النمو، ما يلى:

١ – عدم توفر القدر الكافى من الغذاء المخزن الذى يلزم لنمو البادرات بسبب انخفاض محتوى الحبوب من النشا.

٢ – تشقق الغلاف الثمرى الخارجى (البيريكارب) أثناء نضج البذور، وحدوث تسرب أيونى أثناء الإنبات، كما أن هذه الشقوق تسمح بدخول المسببات المرضية إلى الإندوسبرم والجينين.

٣ – حدوث أضرار بالأغشية الخلوية بسبب ارتفاع الضغط الأسموزى الناشئ عن ارتفاع محتوى الحبوب من السكر، وسرعة تشرب الحبوب بالماء – عند الزراعة – نتيجة لذلك.

٤ – ضعف تحلل النشا أثناء الإنبات ونمو البادرات بسبب ضعف نشاط الإنزيم α-amylase، وعدم فاعلية حركة الغذاء المخزن بالحبوب.

٥ – انخفاض نسبة الإندوسبرم إلى الجنين على أساس الوزن الجاف.

٦ – قابلية الحبوب للإصابة بالفطريات المسببة للأعفان، وخاصة *Fusarium moniliforme*، سواء أتواجدت تلك الفطريات على سطح الحبوب، أم كانت فى التربة (Wolfe وآخرون ١٩٩٧).

هذا .. وتفقد البذور أثناء الإنبات قدرًا متنوعًا من مختلف المواد الكربوهيدراتية، والعناصر، والبروتينات، والأحماض العضوية؛ مما يشكل بيئة مناسبة لنمو وتكاثر الفطريات حول البذور.

وسائل علاج مشكلة ضعف الإنبات

تعالج مشاكل إنبات الحبوب الـ se1، والـ sh2 بمراعاة ما يلى:

١ – تجفيف الحبوب ببطء بعد حصادها.

٢ – تداول الحبوب برفق لتقليل حدوث التشققات بها.

٣ – معاملة الحبوب بالمطهرات الفطرية وبالمعاملات الأخرى.

٤ – الزراعة غير العميقة.

٥ – تجنب الزراعة فى التربة الباردة (عن Wolfe ١٩٩٧).

معاملات البذور

إن من أهم معاملات البذور، ما يلى:

١ – المعاملة بالمطهرات الفطرية.

٢ معاملات ترطيب البذور قبل الزراعة:

● وجد كل من Bennett & Waters (١٩٨٧) من دراستهما على ثلاثة أصناف من

الذرة السكرية – وهي: جوبلي Jubilee (عادى فى نسبة السكر)، وسويتى Sweetie، وشوجرلوف Sugar loof (مرتفعان فى نسبة السكر) – أن ترطيب البذور، أو نقعها فى الماء – قبل الزراعة – أدى إلى تحسين نسبة إنباتها، وأحدث زيادة جوهرية فى النمو النباتى للبادرات.

● كذلك وجد كل من Baxter & Walters (١٩٨٦) أن تغليف بذور الذرة السكرية بالمادة المحبة للرطوبة – ذات الاسم التجارى Waterlook B 100 – أدى إلى زيادة معدل امتصاصها للماء، وزيادة سرعة التنفس فيها، وزيادة نسبة إنباتها – عن البذور غير المغلفة – عند مستويات شد رطوبى تراوحت من -٠,٠١ إلى -٠,٠٤ MPa، إلا أن تغليف البذور بهذه المادة كان له تأثير ضار على العمليات الفسيولوجية المؤدية إلى إنبات البذور حينما ارتفع مستوى الشد الرطوبى إلى -٠,١، أو -١,٥ MPa.

● اتجه كذلك التفكير نحو محاولة استنبات البذور أولاً، ثم زراعتها وهى محملة فى السوائل fluid drilling. وقد وجد Sabota وآخرون (١٩٨٧) أن نقع البذور فى محلول من المادة التجارية Terr-Sorb GB (وهى مادة جيلاتينية تصنع من الأكريليك، وتحتوى على عنصر البوتاسيوم، ويمكنها امتصاص كمية من الماء تعادل ٥٠٠ مثل وزنها) لمدة ٢٤ ساعة أدى إلى تحسين استنباتها فى الحرارة المنخفضة (٤,٤، أو ٧,٢، أو ١٠°م). وقد ازداد الفرق بين هذه المعاملة ومعاملتى النقع فى الماء، والكنترول (المقارنة) كلما ازداد انخفاض درجة الحرارة التى استنبتت عليها البذور، كما أدت إطالة مدة المعاملة – عن ٢٤ ساعة – إلى زيادة طول الجذير بدرجة لا تسمح بزراعة البذور بعد ذلك آليًّا، دون أن يتعرض الجذير للكسر.

● وأدت تقسية البذور (بتعريضها لدورات من البلل والجفاف) أو تشريبها بالماء إلى تحسين الإنبات المبكر بنسبة ٢٠٪، وتحسين تجانس الإنبات، وتقصير الفترة التى لزمت لحدوث ٥٠٪ أو ٧٥٪ إنبات؛ هذا فى الوقت الذى أدت فيه معاملة النقع فى محاليل ذات ضغط أسموزى عالٍ إلى نقص نسبة الإنبات الحقلية (Bennett & Waters ١٩٨٧).

● إن التشرب بالماء هى الخطوة الأولى فى إنبات البذور، ويمكن أن يؤدى التشرب

السريع بالماء إلى التأثير سلبيًّا على الإنبات. وعندما يكون التشرب بالماء بطيئًا خلال المراحل المبكرة للإنبات فإن الأنسجة تباشر التغيرات المصاحبة لتلك المرحلة بصورة أكثر نظامًا يتم من خلالها المحافظة على الأغشية الخلوية من التلف.

ويفيد تشريب البذور بالرطوبة فى بيئة صلبة منداة solid-matrix-priming (وهى قد تكون بيئة عضوية أو غير عضوية) فى إبطاء عملية امتصاص البذور للرطوبة بسبب الخصائص الأسموزية والفيزيائية للبيئة.

• وأدت معاملة بذور الـ sh2 بهيبوكلوريت الصوديوم من خلال الترطيب فى بيئة صلبة منداة إلى تحسين الإنبات الحقلى تحت ظروف الحرارة المنخفضة (Parera & Cantliffe ١٩٩١، و ١٩٩٢).

• وتحسين إنبات بذور الأصناف الـ sh2 كثيرًا عند معاملتها بالترطيب فى بيئة صلبة منداة solid-matrix priming مع المعاملة بالصوديوم هيبوكلوريت، أو مع المعاملة بخليط من المبيدات الفطرية: الإيمازاليل Imazalil + الكابتان Captan + الأبرون Apron + الثيرام Thiram. كذلك تحسن الإنبات عند المعاملة بالنقع فى محاليل المبيدات الفطرية فقط، وذلك مقارنة بعدم النقع. وبدا أن معاملة الترطيب فى البيئة الصلبة المنداة مع التطهير السطحى بالصوديوم هيبوكلوريت كانت أكثر المعاملات كفاءة فى زيادة معدل الإنبات وقوة نمو البادرات (Parera & Cantliffe ١٩٩٤).

• وقد أوضحت الدراسات أن تشريب بذور الذرة السكرية sh2 بالماء بكمرها فى بيئة صلبة منداة، مثل: الفيرميكيوليت المرطب (أو ما يعرف بالـ solid matrix priming) أدى إلى تحسين إنباتها من خلال خفض المعاملة للتسرب الأيونى، وأكسدة الدهون. وعلى الرغم من أن مزايا المعاملة تضاءلت وانخفضت حيوية البذور عندما خزنت بعد معاملتها لمدة سنة على ٢٥°م، فإن تأثير المعاملة الإيجابى استمر لمدة ٦ شهور عندما كان التخزين على ١٠°م (Chang & Sung ١٩٩٨).

٣ – معاملة النقع الحيوى:

أدت معاملة نقع البذور فى معلق حيوى (bio-priming) يحتوى على السلالة AB254 من البكتيريا *Pseudomonas fluorescens* (*P. aureofacines*)، أو السلالة

AB842 من .Pseudomonas sp إلى حماية البذور من الإصابة بالذبول الطرى السابق لبزوغ البادرات preemergence damping-off الذى يسببه الفطران *Pythium ultimum*، و *P. oxalicum*. وقد جربت معاملة الـ bio-priming مع أصناف مختلفة، وفى درجات مختلفة من التلوث الفطرى. وبينما لم يحدث الذبول الطرى مع الأصناف القياسية (su)، فإنها وفرت حماية للأصناف التى تحمل أى من الطفرتين sh2 أو se بدرجة تماثلت مع الحماية التى وفرتها لها معاملة البذور بالميتالاكسيل metalaxyl. كذلك أدت معاملة النقع الحيوى إلى زيادة طول البادرات فى كل الأصناف بعد ٤ أسابيع من الزراعة. وفى دراسة أخرى أدى تغليف (coating) البذور بالبكتيريا ذاتها إلى توفير درجة مماثلة من الحماية ضد الإصابة بالذبول الطرى فى كل مستويات التلوث الفطرى ما عدا أشدها. هذا ولم تؤثر المعاملة بالمبيد الفطرى مع معاملة النقع الحيوى فى كفاءة مكافحة الذبول الطرى (Callan وآخرون ١٩٩١، و Mathre وآخرون ١٩٩٥). وفى دراسة لاحقة .. وجد أن النقع الحيوى للبذور sh2 فى وجود البكتيريا *P. aureofaciens* تحت ضغط أدى إلى خفض الإصابة بالفطر *Pythium* sp. بعد ٤٨ ساعة من الزراعة، وإلى تحسين نسبة الإنبات الحقلية النهائية (Reese وآخرون ١٩٩٨).

٤ – معاملة التغليف بالميكوريزا:

أدى تغليف بذور الـ sh2 بالميكوريزا *Gliocladium virens* (سلالة G-6) إلى تحسين الإنبات، ولكن بدرجة أقل من المعاملة بالمبيدات، كما أنها لم تُحسِّن من تأثير المعاملة بالمبيدات على نسبة الإنبات (Hartz & Caprile ١٩٩٥).

طريقة الزراعة

تكون الزراعة على خطوط بعرض ٧٠–٨٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ٩–١٠ خطوط فى القصبتين) فى جور تبعد عن بعضها البعض بمسافة ٢٠–٢٥ سم، وعلى عمق ٣–٥ سم، مع زراعة بذرتين بكل جورة.

وتتراوح الكثافة النباتية المناسبة بين ٢٠ ألف، و ٢٥ ألف نبات للفدان فى الزراعات المخصصة للاستهلاك الطازج عند الرغبة فى إنتاج كيزان كبيرة الحجم، وبين ٢٦ ألف، و ٢٧ ألف نبات للفدان فى الزراعات المخصصة للتصنيع.

تكون الزراعة فى الثلث العلوى من الميل الجنوبى أو الشرقى للخطوط، ويراعى ضغط التربة جيدًا حول البذور بعد الزراعة، وتجرى زراعة الذرة السكرية – آليًا – فى الدول التى يزرع فيها المحصول على نطاق واسع.

تفضل فى الأراضى الثقيلة إما الزراعة بالطريقة الحراثى (الزراعة فى أرض مستحرثة أى بها حوالى ٥٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية)، وإما بالطريقة العفير (الزراعة فى تربة جافة وإجراء الرى بعد الزراعة مباشرة)، مع عدم رى الحقل قبل اكتمال الإنبات كلما كان ذلك ممكنًا.

مواعيد الزراعة

يمكن زراعة الذرة السكرية من بداية شهر مارس إلى منتصف شهر يونيه. ولا تجوز زراعة مساحة كبيرة من الحقل فى موعد واحد؛ لأن ذلك يتطلب حصادها فى فترة زمنية قصيرة، وهو ما تترتب عليه مشاكل فى الحصاد والتسويق، خاصة إذا كان الحصاد فى جو حار. ويفضل تقسيم المساحات الكبيرة – المراد زراعتها – إلى مساحات أصغر تزرع فى مواعيد متتالية. ويفيد نظام الوحدات الحرارية Thermal Heat Unit System (يراجع حسن ١٩٩٨ للتفاصيل الخاصة بهذا النظام) فى تحديد مواعيد الزراعات المتتابعة، مع التنبؤ بموعد الحصاد فى كل منها، بناءً على الاحتياجات الحرارية للصنف، وسجلات معدلات درجات الحرارة اليومية فى منطقة الزراعة.

وتبعًا لهذا النظام .. فإن لكل صنف من الذرة السكرية احتياجات معينة من الساعات الحرارية degree hours أعلى من درجة حرارة الأساس base temperature (وهى الدرجة التى يتوقف عندها نمو المحصول وتقدر فى الذرة بـ ١٠ °م) حتى يكمل النبات نموه، ويصل إلى مرحلة النضج المناسبة للحصاد. وتحسب الساعات الحرارية المتجمعة – يوميًا – على أساس الفرق بين درجة حرارة الأساس والمتوسط اليومى لدرجة الحرارة مع ضرب الناتج فى ٢٤.

ويختلف عدد الساعات الحرارية اللازمة لإنبات المحصول ونموه ونضجه فى الصنف الواحد من موسم لآخر، كما يختلف العدد فى الموسم الواحد عند اختلاف موعد

الزراعة. فمثلاً .. يتراوح العدد من ٤٣٦٣٢-٤٩٤٤٤ ساعة حرارية في الصنف جولدن كروس، ومن ٣٨١٠٠-٤٧١٤٨ ساعة حرارية في الصنف أيونا. ويرجع ذلك إلى تأثر النمو النباتي بعديد من العوامل الجوية الأخرى غير درجة الحرارة، مثل: الفترة الضوئية، وشدة الإضاءة، والأمطار، والأنماط الحرارية اليومية. وبالرغم من ذلك .. فإن مصنعي المحصول يتبعون هذا النظام بنجاح، حيث لا تزيد نسبة الخطأ في التنبؤ بموعد الحصاد عن ١٠٪ (Thompson & Kelly ١٩٥٧). هذا .. ويكون الفرق بين مواعيد الزراعات المتتابعة كبيرًا في الزراعات المبكرة حينما يكون الجو باردًا في الربيع، وقد يصل إلى أسبوعين أو أكثر، بينما يقل الفرق كثيرًا، ويصل إلى يومين أو ثلاثة أيام في الزراعات المتأخرة حينما يكون الجو حارًّا في الصيف.

عمليات الخدمة

الخف والترقيع

تجرى عمليتا الخف (عندما تكون النباتات بطول ٢٠ سم) والترقيع عند الضرورة بحيث تكون المسافة بين النبات والآخر من ٢٠-٢٥ سم. ولا تجرى عملية الترقيع عادة في الزراعات الكبيرة التي تزرع وتحصد آليًّا؛ لأنها تؤدي إلى عدم التجانس في نضج المحصول.

العزق ومكافحة الأعشاب الضارة

يجرى العزق للتخلص من الحشائش، وتغطية السماد، والترديم على النباتات حتى تصبح في منتصف الخط. ويمكن أن تكون العزقة الأولى عميقة لتفكيك التربة، إلاّ أن العزقات التالية يجب أن تكون سطحية حتى لا تؤدي إلى تقطيع الجذور، ويتوقف العزق عادة حينما تصل ساق النبات إلى نصف طولها الطبيعي.

ويستخدم عديد من مبيدات الحشائش في حقول الذرة السكرية، منها: لاسّو Lasso (قبل الزراعة، أو قبل الإنبات بمعدل ١,٢٥ كجم للفدان)، والأترازين Atrazine (قبل الزراعة بمعدل ١,٠-١,٥ كجم للفدان)، والفيجادكس Vegadex (قبل الإنبات بمعدل ٠,٧٥ كجم للفدان)، والداينوسب Dinoseb (قبل الإنبات بمعدل ٢,٢٥-٤,٥ كجم

للفدان)، والإبتام Eptam (قبل أو عند الزراعة بمعدل ١,٥-٢ كجم للفدان)، واللوروكس Lorox (بعد الإنبات بمعدل ٠,٣٠-٠,٧٥ كجم للفدان)، والسيمازين Simazine (قبل الإنبات بمعدل ١,٥-٢ كجم/فدان).

الرى

تعتبر الذرة السكرية من أكثر محاصيل الخضر استجابة للرى الجيد المنتظم. ويؤدى نقص الرطوبة الأرضية فى أية مرحلة من النمو إلى نقص المحصول، ولكن أحرج المراحل وأكثرها تأثرًا بنقص الرطوبة، هى فترة ظهور الحريرة وامتلاء الحبوب؛ إذ يؤدى نقص الرطوبة أثناء ظهور الحريرة إلى سوء التلقيح، وعدم امتلاء قمة الكوز، بينما يؤدى نقص الرطوبة - بعد ذلك - أثناء امتلاء الحبوب إلى نقص حجم الكوز، وكمية المحصول ونوعيته.

ومن الأعراض المميزة لنقص الرطوبة الأرضية التفاف الأوراق طوليًا، ولكن ذلك قد يحدث حتى مع توفر الرطوبة حينما تكون الحرارة شديدة الارتفاع.

ويجب عدم السماح بانخفاض الرطوبة الأرضية عن ٥٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية.

التسميد

كميات العناصر الأولية التى تستنفذها النباتات من التربة

تستنفذ نباتات الفدان الواحد من الذرة السكرية نحو ٧٧ كجم نيتروجينًا، و ١٠ كجم فوسفورًا، و ٥٢ كجم بوتاسيوم. ولا يصل من هذه الكميات الممتصة إلى الكيزان سوى ٢٧ كجم نيتروجينًا، و ٤ كجم فوسفورًا، و ٣٠ كجم بوتاسيوم، بينما تصل الكميات الباقية إلى النموات الخضرية.

تعرف الحاجة إلى التسميد من تحليل النبات

يمكن التعرف على حاجة نباتات الذرة السكرية إلى التسميد بتحليل النبات، حيث يكون مستوى النقص والكفاية من العناصر الأولية (النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم)

فى العرق الوسطى – لأول ورقة بعد الكوز الأول – خلال مرحلة ظهور الشرابة على النحو التالى (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠):

العنصر	مستويات النقص	مستويات الكفاية
النيتروجين (NO_3 بالجزء فى المليون)	١٥٠٠	٣٥٠٠
الفوسفور (PO_4 بالجزء فى المليون)	١٠٠٠	٢,٠٠٠
البوتاسيوم (K٪)	٣	٥

ويبين جدول (٧–٣) مستويات الكفاية من مختلف العناصر السمادية فى نباتات الذرة السكرية فى مرحلتين من النمو (بطول ٣٠ سم وعند ظهور الحريرة). وتعنى التركيزات الأقل من ذلك أن النبات يعانى من نقص العنصر، بينما تعنى التركيزات الأعلى منها أنها قد تصبح سامة.

جدول (٧–٣): مستويات الكفاية من مختلف العناصر السمادية فى نباتات الذرة السكرية.

مرحلة النمو	الجزء النباتى	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	B	Zn	Mn	Mo
		العنصر										
		نسبة مئوية						جزء فى المليون				
٣٠ سم	كل النبات	٣,٥	٠,٤	٣,٠	٠,٣	٠,٣٠	٠,٢	٥٠	٧	٢٠	٥٠	٠,٣
الحريرة	ورقة الكوز	٢,٨	٠,٣	١,٨	٠,٣	٠,٢٥	٠,٢	٦٠	٦	٢٠	٢٥	٠,٣

كذلك يجرى اختبار تقدير النترات فى قاعدة ساق نبات الذرة الشامية عند النضج على افتراض أن النترات تتراكم حينئذٍ فى ذلك الجزء من النبات عند كثرة توفر النيتروجين فى التربة. ونظرًا لأن الذرة السكرية تحصد فى مرحلة فسيولوجية مختلفة لا تكون الحبوب فيها مكتملة التكوين؛ لذا .. فإن هذا الاختبار فى الذرة السكرية قد لا يكون له الجدوى ذاتها كما فى الذرة الشامية. ولاختبار صحة هذا الافتراض من عدمه قام Heckman وآخرون (٢٠٠٢) بتقدير كل من محتوى النترات فى التربة إلى جانب النباتات قبل التسميد presidedress soil nitrate test، ومحتوى النترات فى

قطعة من قاعدة الساق بطول ٢٠ سم (بين ١٥، و ٣٥ سم فوق سطح التربة) بعد إزالة جميع الأوراق منها، وذلك فى مستويات مختلفة من التسميد الآزوتى، وكانت النتائج كما يلى:

محتوى النيتروجين فى قطعة الساق (جم/كجم وزن جاف)	الدلالة
< ١١	نقص النيتروجين وعدم كفاية التسميد
١١–١٦,٥	نقص النيتروجين البسيط
١٦,٥–٢٠	مستوى مثالى من النيتروجين
> ٢١	زيادة النيتروجين عما ينبغى، وزيادة التسميد عن المستوى المثالى

وعندما كان مستوى النيتروجين كافيًا فى اختبار النترات إلى جانب النباتات قبل التسميد، فإن اختبار النترات فى قاعدة سيقان النباتات عند الحصاد كان غالبًا فى مستوى الكفاية أيضًا.

تعرف الحاجة إلى التسميد من تحليل التربة

تتوقف الاحتياجات السمادية للذرة السكرية من مختلف العناصر المغذية على نتيجة تحليل التربة، كما يلى:

١ – النيتروجين:

كمية النيتروجين النتراتى فى التربة حتى عمق ١٥٠ سم (كجم/فدان)	كمية النيتروجين التى تلزم للتسميد (كجم/فدان)
صفر	١٥٠
٢٥	١٢٥
٥٠	١٠٠
٧٥	٧٥
١٠٠	٥٠
١٢٥	٢٥
١٥٠	صفر

هذا .. مع العلم بأن كمية النيتروجين النتراتى المتوفرة بالفدان تحسب بناء على تحليل التربة، كما يلى:

عمق التربة (سم)	النيتروجين النتراتى جزء فى المليون	كجم/فدان
صفر – ٦٠	٤	١٦
٦٠ – ١٥٠	٣	١٨
	مجموع النيتروجين	٣٤ كجم/فدان

٢ – الفوسفور:

تجب إضافة كل كمية الفوسفور التى تلزم للفدان قبل الزراعة، وهى تقدر حسب تحليل التربة، كما يلى:

تحليل الفوسفور (P) فى التربة (جزء فى المليون)	الاحتياجات السمادية (كجم من P_2O_4/فدان)
صفر – ٥	٢٥ – ٧٥
٥ – ١٢	صفر – ٢٥

٣ – البوتاسيوم:

تجب إضافة كل كمية البوتاسيوم التى تلزم للفدان نثرًا قبل الزراعة، ثم تقلب فى التربة، وهى تقدر حسب تحليل التربة، كما يلى:

تحليل الفوسفور (K) فى التربة (بالجزء فى المليون)	الاحتياجات السمادية (كجم من K_2O/فدان)
صفر – ١٠٠	٧٥ – ١٠٠
١٠٠ – ١٥٠	٥٠ – ٧٥
١٥٠ – ٢٠٠	صفر – ٥٠

٤ – الزنك:

تعتبر الذرة السكرية ذات احتياجات عالية من عنصر الزنك أكثر من غيرها من الخضر، ويوصى بالتسميد بالعنصر عندما ينخفض محتواه فى التربة عن ٠,٨ جزء فى

المليون. وتكفى إضافة ٥ كجم من العنصر للفدان (نثرًا قبل الزراعة) حاجة النباتات من العنصر لمدة ٢-٣ سنوات. أما أثناء موسم النمو فإن نقص الزنك يمكن معالجته برش النباتات جيدًا بمحلول العنصر بتركيز ٢٢٥ جم من الزنك/٢٠٠-٤٠٠ لتر ماء.

ومن أهم أعراض نقص الزنك ظهور خطوط طولية باهتة (خضراء تميل إلى الاصفرار) عند قاعدة الورقة مع اكتساب الأوراق الحديثة، والأوراق المغلفة للكيزان لونًا أبيض، كذلك يتغير لون الساق عند العقد.

٥ - المغنيسيوم:

يسمد بالمغنيسيوم عندما ينخفض تركيزه فى التربة عن ١ مللى مكافئ/١٠٠ جم تربة، أو عندما يزيد تركيز الكالسيوم فى التربة عن عشرة أضعاف تركيز المغنيسيوم. وتكون إضافة المغنيسيوم بمعدل ٥-٧,٥ كجم من العنصر/فدان، أو رشًا - عند الضرورة لمعالجة نقص العنصر - بمعدل ٥ كجم من ملح إبسوم Epsom salt فى ٤٠٠ لتر ماء/فدان.

٦ - البورون:

يسمد بالبورون حينما يقل تركيز العنصر فى التربة عن ٠,٢٥ جزءً فى المليون، ويكون ذلك بمعدل كيلو جرام واحد من العنصر للفدان قبل الزراعة.

٧ - الزنك:

يسمد بالزنك حينما يقل تركيزه فى التربة عن جزء واحد فى المليون، ويكون التسميد بمعدل ٥ كجم من العنصر للفدان قبل الزراعة.

برنامج التسميد

تُسَمَّد الذرة السكرية عادة بنحو ٥٠-٧٥ كجم نيتروجينًا، و ٣٠-٤٥ كجم P_2O_5، و ٣٠-٥٠ كجم K_2O للفدان فى مختلف أنواع الأراضى، حيث تزيد الكميات المستعملة فى الأراضى الفقيرة وفى الزراعات المبكرة فى الربيع.

يضاف ثلث كمية النيتروجين وكل الفوسفور والبوتاسيوم عند الزراعة، ويجرى ذلك آليًا فى عملية واحدة، حيث يضاف السماد على مسافة نحو ١٠-١٥ سم من خط

الزراعة، وعلى عمق ١٥ سم. وتضاف الكمية المتبقية من الآزوت على دفعتين: تكون الأولى عندما يبلغ طول النبات حوالى ٢٠ سم، والثانية في بداية مرحلة ظهور النورة المذكرة. وتجدر الإشارة إلى أن نقص النيتروجين - خلال هذه المرحلة - قد يؤدى إلى عدم امتلاء قمة الكوز بشكل جيد.

وقد جرت العادة على إضافة كميات صغيرة من الأسمدة الآزوتية والفوسفاتية قريبًا من البذور، حيث تبعد عنها بمسافة ٥ سم جانبيًا و ٥ سم إلى أسفل؛ وذلك بهدف توفير هذين العنصرين للبادرة النامية بعد إنبات البذور مباشرة؛ مما يحفزها للنمو في الأراضى الباردة الرطبة، وفى الوقت ذاته يكون السماد المضاف بعيدًا بالقدر الكافى عن البذور فلا يضر بها.

ويتجه آخرون إلى خلط السماد ذاته بالبذور؛ بهدف تحفيز البادرات على النمو القوى في الظروف القاسية بتوفير العناصر المغذية للجذور بمجرد حدوث الإنبات. هذا إلاّ أنه يلزم فى هذه الحالة أن تكون إضافة السماد بكميات صغيرة لا تضر بالبذور، وعدم استعمال الأسمدة التى تطلق الأمونيا بوفرة، مثل اليوريا وفوسفات ثنائى الأمونيوم، نظرًا لاحتمال تسمم البادرات بالأمونيا، كذلك لا يوصى باتباع هذه الطريقة فى الأراضى الرملية التى تكون فيها النباتات أكثر حساسية لأضرار الملوحة بسبب سرعة جفافها.

وعلى الرغم من أن إضافة السماد مع البذور أدت - في إحدى الدراسات - إلى تأخير الإنبات، وأحدثت - فى الإضافات الكبيرة فقط - نقصًا جوهريًا فى نسبة الإنبات وصل إلى ٢١٪، فإن تلك المعاملة كان لها تأثير إيجابى على إنتاج البادرات من المادة الجافة وإسراع وصول النبات إلى مرحلة ظهور الحريرة، وأدت إضافة ١٣ كجم N، و ١٩ كجم P للهكتار (٥ كجم N، و ١٨ كجم P_2O_5 للفدان) إلى زيادة المحصول الصالح للتسويق بنسبة وصلت إلى ٣٤٪. وكان هذا المعدل للتسميد مع البذور أفضل من التسميد بجرعة مضاعفة (١٠ كجم N، و ٣٦ كجم P_2O_5 للفدان) لأجل الإنتاج المبكر للذرة السكرية، كما أضرت معدلات التسميد الأعلى من ذلك بنسبة إنبات البذور (Swiader & Shoemaker ١٩٩٨).

إزالة الخلفات Suckering

ينمو عدد قليل من الخلفات من البراعم التي توجد في قاعدة النبات، وتتشابه الذرة السكرية في هذا الشأن مع الذرة الشامية. ويزيد عدد الخلفات المتكونة عند توفر الرطوبة الأرضية، والأسمدة – خاصة الأسمدة الآزوتية – وعند نقص كثافة الزراعة، ونادرًا ما تنتج هذه الخلفات كيزانًا تصلح للتسويق.

وقد كان الاعتقاد السائد هو أن إزالة هذه الخلفات تؤدى إلى التبكير في النضج، وزيادة المحصول، وحجم الكيزان، إلا أن ذلك لم يمكن إثباته تجريبيًا، بل إن بعض الدراسات التى أجريت على هذا الموضوع أثبتت أن لإزالة الخلفات تأثيرًا سلبيًا على المحصول دون أن تؤثر على التبكير فى النضج أو حجم الكيزان المنتجة، ولم يكن لموعد إزالة الخلفات دور فى هذا الشأن.

ويعتقد أن التأثير السلبى لإزالة الخلفات على المحصول مرده إلى ما قد يحدثه من تكسير للساق، ورقاد للنباتات (Thompson & Kelly ١٩٥٧). وقد وجد كل من Crockett & Crookston (١٩٨٠) أن إزالة الأوراق السفلى للنبات أدت إلى تقليل عدد الخلفات المتكونة، علمًا بأن هذه الأوراق لا يصل إليها ضوء كاف لكى تقوم بعملية البناء الضوئى على الوجه الأكمل، كما أنها تكون أقل نشاطًا من الأوراق الحديثة العلوية.

إزالة النمو القمى

تعرف عملية إزالة النمو القمى للذرة السكرية باسم "التطويش" topping، وهى تجرى بهدف تسهيل تحريك مواسير الرى بالرش فى الحقل، وتسهيل عملية الحصاد، وتقليل خطر الرقاد، وتتم آليًا.

تجرى عملية إزالة النمو القمى بعد اكتمال التلقيح (بعد أن تكتسب ٧٥٪ من حريرة الكيزان العليا لونًا بنيًا)، مع ترك ٢–٣ أوراق فوق الكوز العلوى، وإلا تأثر المحصول سلبيًا. وحتى مع إزالة النمو القمى فى الوقت المناسب فإن المحصول يمكن أن ينخفض بنسبة ٥–١٠٪، إلا أن ذلك يمكن تعويضه من خلال مزايا العملية المذكورة أعلاه.

وتجدر الإشارة إلى أن بعض أصناف الذرة السكرية (مثل stylepak) ينخفض محصولها عند إجراء عملية التطويش بنسبة قد تصل إلى ٢٥٪، بينما لا تكتسب الحريرة في أصناف أخرى لونًا بنيًا بعد التلقيح؛ مما يجعل توقيت إجراء عملية التطويش أمرًا صعبًا

المعاملة بالإثيفون لتقليل الرقاد

عندما يشكل الرقاد مشكلة، فإن معاملة حقول الذرة السكرية بالإثيفون يمكن أن تؤدى إلى زيادة المحصول، ولكن هذه المعاملة قد تؤدى – فى غياب الرقاد – إلى نقص المحصول.

وقد أدت معاملة نباتات الذرة السكرية بالإثيفون إلى خفض طول النباتات بنسبة ١٢–٢٦٪، وتحدد مقدار الخفض فى طول السلاميات بموعد المعاملة. وتراوح مدى تأثير المعاملة على المحصول بين الزيادة بنسبة ٨٪ والنقص بنسبة ١٨٪ تبعًا للمعدل المستخدم من الإثيفون، وتوقيت المعاملة، وموسم النمو. وكانت مشكلة الرقاد أقل ما يمكن فى المعاملات التى أعطت أقصر النباتات وأقل ارتفاع للكيزان عند قاعدة النبات (Bratsch & Mack ١٩٩٠).

الفصل الثامن

فسيولوجى الذرة السكرية

التأثير الفسيولوجى للملوحة

لا تعد الذرة السكرية من النباتات المتحملة للملوحة، وقد أدى رى المحصول بمياه مالحة (بلغت درجة توصيلها الكهربائى ٦,٢ ديسى سيمنز/م) بطريقة التنقيط – بعد الرى من بداية الزراعة بماء عذب كانت درجة توصيله الكهربائى ١,٢ ديسى سيمنز حتى إضافة ١٠٠ مم ماء (٤٢ م٣/فدان) – أدى ذلك إلى نقص كل دلائل المحصول، وهى: عدد الكيزان بوحدة المساحة، وعدد الحبوب بالكوز، ووزن الحبة، وكانت الأصناف المبكرة أكثر تأثرا بالملوحة عن المتأخرة (Pasternak وآخرون ١٩٩٥).

التأثير الفسيولوجى لنقص الرطوبة الأرضية

على الرغم من أن الذرة السكرية تتميز بكفاءة عالية فى استخدام المياه (عدد جرامات الكربون المثبت بالبناء الضوئى مقابل كل جرام من الماء المفقود بالنتح) بسبب كونها نبات C_4 .. فإنها لا تتحمل ظروف الجفاف. ويرجع ذلك جزئيًّا إلى سطحية النمو الجذرى للنبات، وحساسية مراحل النمو التكاثرى لنقص الرطوبة الأرضية. ويمكن لفترات الجفاف القصيرة خلال مراحل النمو التكاثرى إبطاء استطالة الحريرة، وإسراع أو تأخير انتشار حبوب اللقاح؛ ومن ثم فإنها تؤثر فى التوافق الزمنى بين انتثار حبوب اللقاح واستعداد المياسم لاستقبالها. ويترتب على ذلك عدم امتلاء قمة الكيزان، أو عدم اكتمال تكوّن الحبوب فى الكوز كله. كذلك قد يتسبب الجفاف فى رداءة الغطاء الورقى للكيزان؛ مما يعرضها لأضرار الطيور (عن Wolfe ١٩٩٧).

أظهرت الدراسات التى عرضت فيها نباتات الذرة السكرية لمستويات مختلفة من الشدّ الرطوبى فى مراحل مختلفة من النمو النباتى (Stone وآخرون ٢٠٠١أ، و ٢٠٠١ب)، ما يلى:

١ – ارتبط المحصول بقوة بالكتلة البيولوجية biomass، وخاصة تلك التى تراكمت بعد ظهور الحريرة.

٢ – انخفضت الكتلة البيولوجية بزيادة الشد الرطوبى، وحدث ذلك أساسًا بسبب الانخفاض الذى حدث فى كفاءة الاستفادة من الأشعة الساقطة، وكذلك بسبب النقص الذى حدث فى القدرة على استقبال الأشعة الساقطة، وخاصة عندما كان الشد الرطوبى فى المراحل المبكرة من النمو النباتى.

٣ – لم تكن هناك مرحلة خاصة من النمو النباتى كان فيها النبات أكثر حساسية للشدّ الرطوبى.

٤ – أدى الشد الرطوبى إلى نقص المساحة الورقية، ولكن اختلف التأثير باختلاف توقيت المعاملة وشدة النقص الرطوبى.

٥ – أدى الشدّ الرطوبى المبكر إلى خفض معدل اتساع الأوراق (زيادتها فى المساحة)، دون التأثير على المدة التى حدث فيها الاتساع؛ ومن ثم أدى إلى نقص الحد الأقصى لمساحة الورقة؛ الأمر الذى أدى إلى نقص دليل مساحة الورقة.

٦ – لم يؤثر النقص المتوسط للرطوبة الأرضية بعد ظهور الحريرة جوهريا فى دليل مساحة الورقة، ولكنه أسرع من دخول الأوراق فى مرحلة الشيخوخة.

٧ – أدى النقص الشديد فى الرطوبة الأرضية فى المراحل المتأخرة من النمو النباتى إلى تقليل النمو النباتى من خلال تقليل الحد الأقصى لدليل المساحة الورقية والإسراع بشيخوخة الأوراق.

التأثير الفسيولوجى لدرجة الحرارة

كنبات C_4 .. فإن للذرة احتياجات حرارية عالية لعملية البناء الضوئى، إلاّ أن الحرارة العالية قد تخفض القدرة الإنتاجية بإسراع معدل النمو، وتقصير مراحل النمو الخضرى والتكاثرى، وتقصير فترة استمرار المساحة الورقية الفعالة leaf area duration. تؤدى الحرارة العالية – كذلك – إلى زيادة الفقد الكربونى بالتنفس الظلامى. وتعد الحرارة التى تزيد عن ٣٥°م أعلى من الحرارة المثلى لعملية البناء الضوئى، ويمكن أن

تؤثر سلبيًا على التطور التكاثرى، وعلى جودة الكيزان (بعدم اكتمال تكون الحبوب، ورداءة الغطاء الورقى للكيزان).

وتجدر الإشارة إلى أن البناء الضوئى يتأثر بدرجة حرارة النهار، بينما يتأثر معدل النمو والتطور، والتنفس بكل من حرارتى النهار والليل. ولذا .. نجد أن الظروف البيئية المثلى لأعلى محصول. تجمع ما بين النهار الدافئ، والليل البارد نسبيًا. وتعد الليالى الباردة ذات أهمية خاصة قريبًا من الحصاد لأنها تعمل على إبطاء نضج الحبوب؛ الأمر الذى يسمح بزيادة طول الفترة المناسبة للحصاد؛ بسبب احتفاظ الحبوب بمحتواها العالى من السكر وبطراوتها لفترة أطول. وقد اقترح أن أنسب الظروف لتحقيق ذلك هى حرارة ١٩°م نهارًا مع ١٣°م ليلاً خلال الفترة التى تسبق الحصاد.

وكمعظم النباتات الاستوائية .. فإن الذرة السكرية تعد حساسة لأضرار البرودة، وتتأثر فيها عملية البناء الضوئى سلبيًا، وتظهر عليها أضرار البرودة فى حرارة تقل عن ٥°م. كذلك تعانى معظم أصناف الذرة السكرية من ضعف النمو ونقص المحصول لدى تعرضها لحرارة تقل عن ١٢°م لفترة طويلة. ومع ذلك تتميز الذرة السكرية عن معظم النباتات الاستوائية الأخرى بأن الجزء النباتى الذى يزرع لأجله المحصول – وهو الكيزان – لا يعد حساسًا للبرودة؛ بل إن الكيزان – على العكس من ذلك – تخزن على الصفر المئوى لخفض معدل تنفس الحبوب والمحافظة على جودتها (عن Wolfe ١٩٩٧).

التأثير الفسيولوجى للضوء

شدة الإضاءة

إن الذرة نبات C_4؛ ولذا .. فهو يعد متأقلمًا على ظروف الإضاءة القوية. وكغيرة من النباتات الـ C_4 .. فإن لنبات الذرة قدرة تمثيلية عالية لا يتم – غالبًا – إشباعها ضوئيًا حتى فى الإضاءة الشمسية الكاملة. وتؤدى الإضاءة الضعيفة سواء أكانت بسبب نقص شدة الإشعاع الشمسى الساقط، أم بسبب زيادة كثافة الزراعة وزيادة دليل المساحة الورقية .. تؤدى إلى التأثير سلبيًا على تكوين الكيزان، وتأخير انتشار حبوب اللقاح، وقد تؤدى فى نهاية الأمر إلى خلو بعض النباتات من الكيزان. ومن مزايا الأصناف الهجين

التجانس الشديد فى نمو النباتات بحيث أنها لا تنافس بعضها البعض، وبذا .. تقل فيها نسبة النباتات التى تخلو من الكيزان.

الفترة الضوئية وتأثيرها فى الإزهار

تعتبر الذرة السكرية من نباتات النهار القصير التى تتأثر فى إزهارها كميًا بالفترة الضوئية quantitative short-day plant، ويكون إزهارها أسرع عندما يتراوح طول النهار من ١٢-١٤ ساعة، إلا أنه توجد اختلافات بين الأصناف فى هذا الشأن. وتزهر الزراعات الربيعية المبكرة قبل زيادة طول النهار صيفًا، بينما يتأخر إزهار الزراعات الصيفية المتأخرة إلى حين قصر النهار فى بداية فصل الخريف. ويجب أن يؤخذ هذا الأمر فى الاعتبار عند استيراد الأصناف (Piringer ١٩٦٢).

ويمكن أن تؤثر الفترة الضوئية على كل من عدد الأوراق وتوقيت الإزهار. ففى النهار القصير يقل عدد الأوراق ويكون ظهور النورة المذكرة والحريرة بصورة سريعة. هذا إلاّ أن معظم الأصناف التجارية ليست بالضرورة حساسة للفترة الضوئية فى المدى الجغرافى والمناخى الذى تأقلمت عليه. فمثلاً .. نجد أن معظم أصناف الذرة الحقلية الاستوائية لا تصبح حساسة للفترة الضوئية إلاّ عندما يزيد طول النهار عن ١٤ ١/٢ ساعة، وهو أمر لا يحدث فى المناطق الاستوائية .. فذلك لا يحدث إلا بعد خط عرض ٣٠° شمال خط الاستواء أو جنوبه. ونجد عند زراعة بعض الأصناف الاستوائية فى المناطق الباردة أنها لا تزهر إلاّ عندما يصبح النهار قصيرًا. وبالعكس .. فإن أصناف المناطق الباردة ليست شديدة الحساسية للفترة الضوئية التى تسود فيها، ولكنها قد تزهر أبكر وتنتج عددًا أقل من الأوراق فى ظروف الفترة الضوئية القصيرة التى تسود فى المناطق الباردة (عن Wolfe وآخرين ١٩٩٧).

التأثير الفسيولوجى لفطريات وبكتيريا التربة المنشطة للنمو

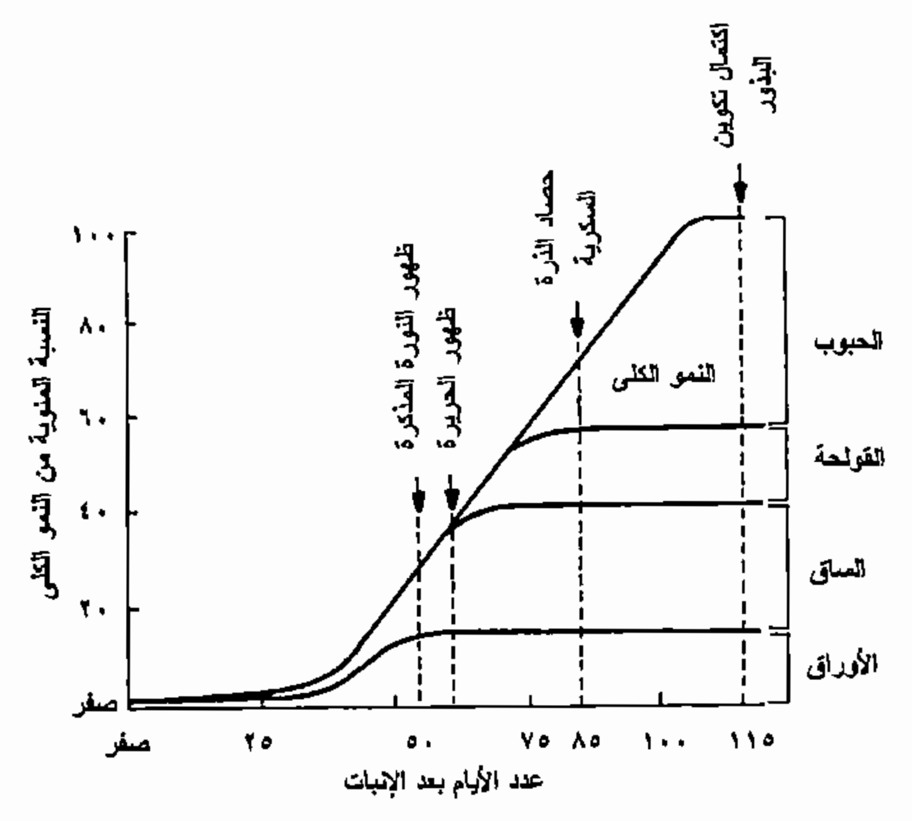
أدى تلقيح الذرة السكرية sh2 بالسلالة 22-1295 من الفطر *Trichoderma harzianum* (وهى سلالة تتميز بقدرتها على استعمار الجذور فى الظروف المختلفة) .. أدى ذلك – فى غياب أى إصابات مرضية ظاهرة – إلى زيادة النمو القمى والجذرى بمتوسط قدره

٦٦٪. ولم تكن تلك الزيادة فى النمو متجانسة بين النباتات، حيث لم يتأثر النمو فى النباتات القوية النمو أصلاً، بينما حدثت الزيادات فى النمو فى النباتات الضعيفة والمتوسطة فى قوة نموها. وأدى تعريض البذور لشدٌ تأكسدى oxidative stress – من جراء المعاملة بهيبوكلوريت الصوديوم بتركيز ٠,٠٥٪ – إلى ضعف قوتها بشدة، إلاّ أن المعاملة التالية لذلك بالفطر *T. harzianum* أعادت إلى النباتات قوتها كاملة. كذلك أدى تعريض البذور المتشربة بالماء – التى لم تبزغ من التربة بعد – لحرارة منخفضة (٥°م ليلاً، و ١٠°م نهارًا) لمدد مختلفة إلى الحد من نموها التالى، ولكن النباتات التى كانت ملقحة بالفطر ازداد نموها بمقدار ٧٠٪ عما فى جميع معاملات التعريض للبرودة. وقد ازداد نمو الجذور كثيرًا عندما استعمرت بالفطر *T. harzianum*؛ الأمر الذى كان له تأثير مباشر فى التغلب على الظروف القاسية (Bjorkman وآخرون ١٩٩٨).

كذلك تحسن نمو نباتات الذرة السكرية وازداد محصولها لدى زراعتها فى تربة سبق تلقيحها بالسلالة 68-2 من البكتيريا *Serratia liquefasciens*، وهى من البكتيريا التى تعيش وتتكاثر فى محيط الجذور rhizobacteria (Pan وآخرون ١٩٩٩).

مراحل النمو النباتى

يكون نمو الساق والأوراق فى الذرة السكرية بطيئًا خلال الأسابيع الثلاثة الأولى من بزوغ البادرة، ثم يزداد نموها سريعًا بعد ذلك، ويصل النبات إلى أقصى نمو ورقى له (حوالى ١٥٪ من النمو النباتى الكلى) بعد حوالى ٥٥ يومًا من بزوغ البادرة، ويكون ذلك وقت ظهور النورة المذكرة (شكل ٨–١)، بينما يبلغ أقصى نمو للساق (حوالى ٢٥٪ من النمو النباتى الكلى) بعد حوالى ٦٢ يومًا من بزوغ البادرة، ويكون ذلك وقت ظهور الحريرة. يبدأ نمو الكوز (القولحة والحبوب) بعد ذلك مباشرة، حيث تصل القولحة إلى أقصى نمو لها (حوالى ٢٠٪ من الوزن الكلى للنبات) بعد حوالى ٨٥ يومًا من ظهور البادرة، ويكون ذلك هو الوقت ذاته المناسب لحصاد الذرة السكرية لأجل الاستهلاك، حيث تشكل الحبوب آنذاك حوالى ٧٪ من الوزن الكلى للنبات. وإذا ما تركت الكيزان لتكمل الحبوب تكوينها ونضجها حيث تشكل حينئذٍ حوالى ٤٠٪ من الوزن الكلى للنبات .. فإن ذلك يتطلب حوالى ٣٠ يومًا أخرى (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).



شكل (٨-١): مراحل نمو نبات الذرة.

صفات الجودة وتأثرها بطفرات الإندوسبرم

الطراوة والنعومة

تتوقف درجة طراوة ونعومة (tendrness) حبوب الذرة السكرية على سمك طبقة الغلاف الثمرى الخارجى pericarp الذى يحيط بالبذرة؛ حيث توجد علاقة عكسية بينهما؛ فتزيد الحبة نعومة كلما رقّ الغلاف الثمرى الخارجى. هذا .. بينما يعمل الغلاف كعائق أمام مسببات الأمراض التى تحدث أعفانًا بالكيزان أو الحبوب، وتبطئ جفاف الحبة وفقدانها للرطوبة. ويعتبر الغلاف الثمرى الخارجى نسيجًا أميًا، ويعد الغلاف السميك صفة وراثية كمية، ذات درجات متفاوتة من السيادة على صفة الغلاف الرقيق. وقد وجد كل من Tracy & Galinat (١٩٧٨) – من دراستهما على ٣٦ صنفًا من

الذرة السكرية – أن سمك هذه الطبقة تراوح من ٥٠–١٨٥ ميكرونًا، وأن عدد طبقات خلاياه تراوحت من ٥–٢٢ طبقة، كما وجدا ارتباطًا عاليًا (r=٠,٩٣) بين الصفتين.

النشا والسكريات

يخزن الغذاء فى إندوسبرم حبة الذرة على صورة سكريات ونشا. ويعد سكر السكروز أهم السكريات المخزنة، مع تواجد تركيزات أقل من كل من الجلوكوز، والفراكتوز، والمالتوز. أما النشا فإنه يتكون من الأميلوز والأميلوبكتين اللذان يتواجدان بنسبة ١:٣ عادة فى الذرة الشامية، بينما نجد فى الذرة السكرية أن تلك النسبة تختلف من صنف لآخر، فضلاً عن تدنى نسبة النشا بصورة عامة فى حبوب الذرة السكرية مقارنة بنسبته فى الذرة الشامية.

الطفرة sugary (su1)

بينما يتواجد الجين Su1 الذى يتحكم فى صفة الحبوب النشوية بحالة سائدة أصيلة (Su1/Su1) فى الذرة الشامية، فإن الطفرة المتنحية su1 توجد بحالة أصيلة (su1/su1) فى الذرة السكرية. ولذا .. فإن حبوب الذرة الشامية تحتزن النشا بكميات تزيد كثيرًا عما فى الذرة السكرية التى تختزن – بدورها – السكريات بكميات تزيد كثيرًا عما فى الذرة الشامية. ويسمح الجين su1 عند وجوده بحالة أصيلة بتخزين السكر بنسبة تصل إلى ١٥٪، والمركبات عديدة التسكر كثيرة التفرع التى تذوب فى الماء (وهى الفيتوجليكوجين phytoglycogen) بنسبة تصل إلى ٣٥٪ على أساس الوزن الجاف، علمًا بأن للفيتوجليكوجين أهمية كبيرة فى إكساب حبة الذرة السكرية قوامها الكريمى. يتكون الفيتوجليكوجين من جزيئات جلوكوز ترتبط بعضها ببعض بروابط α-D-(1,4)، مع روابط α-D-(1,6) عند نقاط التفرع.

ومن التأثيرات الأخرى للجين su1 إبطاء تحول السكر إلى نشا. ونجد فى الذرة السكرية أن محتوى الحبة من النشا يزداد ببطء مع تقدمها فى التكوين، ولكن يبقى محتوى النشا بالحبة ثابتًا بعد حوالى ٢٠ يومًا، بينما تستمر زيادة النشا فى الذرة الشامية إلى مستويات أعلى بكثير تصل إلى ٧٥٪ على أساس الوزن الجاف. وبسبب انخفاض محتوى حبة الذرة السكرية من النشا فإنها تكون مجعدة ونصف شفافة نوعًا

ما عند جفافها (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩). هذا .. إلاّ أن الذرة السكرية الأصيلة فى الجين su1 تتعرض لسرعة فقد جودتها بعد الحصاد بسبب سرعة تحول السكريات فيها إلى نشا وسرعة فقدها للرطوبة.

وبينما تحتوى حبوب الذرة السكرية الأصيلة فى الجين su1 – عند النضج – أى عندما تكون فى المرحلة المناسبة لحصاد محصول البذور – على ضعف تركيز السكريات، و ٨–١٠ أضعاف تركيز الفيتوجليكوجين الذى يوجد بحبوب الذرة الشامية التى تحتوى على الآليل السائد Su1، فإن الحبوب الناضجة من الذرة السكرية تحتوى على حوالى ٥٠٪ من حبوب الذرة الحقلية – الناضجة – من النشا.

ويبين جدول (٨–١) التغيرات التى تحدث فى محتوى حبوب الذرة السكرية العادية (su1) فى كل من النشا ومختلف السكريات أثناء النضج.

جدول (٨–١): التغيرات التى تحدث فى النشا ومختلف السكريات بحبوب الذرة السكرية أثناء النضج.

عدد الأيام بعد ظهور الحريرة	السكريات الكلية (٪)	السكريات المختزلة (٪)	السكريات غير المختزلة (٪)	النشا (٪)
٥	٣,٨١	٣,٠٧	٠,٧٤	١,٣٨
١٠	٤,٣٧	٢,٧٣	١,٦٤	١,٨٢
١٥	٥,٣١	١,٤٩	٣,٨٢	٩,١٢
٢٠	٣,٩٥	١,٠٦	٢,٨٩	١٦,٨٢
٢٥	٣,٠٢	٠,٧٥	٢,٢٧	٢١,٧٦
٣٠	٢,٦٨	٠,٦١	٢,٠٧	٢٤,٩٧

الطفرة sugary enhancer (se1)

يعد الجين sugary enhancer (se1) محوّرًا متنحيًا لطفرة الإندوسبرم su1، وهو يقع فى الجزء الطرفى من الكروموسوم رقم ٢. اكتشف الجين se1 أول مرة فى سلالة الذرة الشامية المرباة داخليًا IL677A، وهى التى استعملت فى برامج تربية الذرة السكرية فى

ولاية إلينوى الأمريكية. كانت حبوب هذه السلالة (su1 se1) عالية المحتوى من السكر، وتميزت عن التراكيب الوراثية الأخرى بارتفاع محتواها من المالتوز عند مرحلة النضج المناسبة للحصاد. وقد اتضح – فيما بعد – أن ارتفاع محتوى حبوب هذه السلالة من المالتوز كان صفة خاصة بها، لا ترتبط بالجين se1، الذى تبين بعد نقله إلى سلالات أخرى أنه لم يؤثر فيها على محتوى المالتوز بالحبوب.

يعد الجين se1 محوراً للجين sugary (أو su1)، وهو يزيد جوهريًا من محتوى الحبة من السكريات؛ بما يعنى إمكان إجراء الحصاد على مدى فترة زمنية أطول دون توقع فقد كبير فى السكر. ولا تكون زيادة السكريات فى وجود الجين se1 على حساب محتوى الحبوب من الفيتوجليكوجين. ويكون تحول السكر إلى نشا فى الأصناف التى تحمل الجين se1 بنفس معدل تحوله فى الأصناف العادية su1، ولكن بسبب زيادة محتواها الابتدائى من السكر .. فإن الأصناف الـ se1 تبقى حلوة لفترة أطول.

عند تواجد الجين se1 بحالة أصيلة فإنه يؤدى إلى زيادة محتوى السكر فى الحبوب الـ su1 إلى مستويات مقاربة لتلك التى تتواجد فى الحبوب الـ sh2 (انظر العنوان التالى)، دون أن يحدث نقصًا فى تركيز الفيتوجليكوجين كما أسلفنا. وبذا .. فإن الحبوب الـ su1 se1 تجمع – عند الحصاد – بين خصائص القوام المرغوب فيها التى يتميز بها الذرة الـ su1، مع زيادة محتوى السكر إلى المستوى الذى يوجد فى الطراز الـ sh2. هذا إلاّ أن تحول السكر فيها إلى نشا بعد الحصاد لا يكون بطيئًا كما فى الطراز الـ sh2. ولذا .. فإن صلاحية الطراز الـ se1 للتخزين تكون أكبر من الطراز الـ su1، ولكن أقل من الطراز الـ sh2 (Wolfe وآخرون ١٩٩٧).

الطفرة shrunken2 (sh2)

يقع الجين sh2 على الذراع الطويل للكروموسوم رقم ٣، وهو يتسبب فى وقف تحول السكروز إلى نشا ومركبات أخرى عديدة التسكر ذائبة فى الماء. ومقارنة بالذرة السكرية العادية (su1 su1) .. فإن السكروز يتراكم فى الحبوب الأصيلة فى الجين sh2 بمقدار ضعفين إلى ثلاثة أضعاف بعد ٢٠ يومًا من التلقيح، وتحتفظ الحبوب بمحتواها المرتفع من السكر وبرطوبتها لفترة أطول بعد الحصاد. أما حبوب sh2 الناضجة الجافة فإنها تحتوى – مقارنة بحبوب الذرة السكرية العادية الجافة – على حوالى ضعف محتوى

السكريات الكلية، ونحو ٣٣–٥٠٪ من محتوى النشا، وعلى آثار من الفيتوجليكوجين. ويعد ضعف نشاط الإنزيم ADP-glucose pyrophosphorylase فى هذه الطفرة السبب الرئيسى فى ارتفاع محتوى حبوبها من السكروز، وانخفاض محتواها من النشا (عن Wolfe وآخرين ١٩٩٧).

ومع ارتفاع محتوى حبوب الطفرة sh2 من السكر، حيث يصل إلى حوالى ٥٠٪ من الوزن الجاف للحبة – وخاصة محتوى السكروز الذى يزداد كثيرًا – إلاّ أن ذلك يكون مصاحبًا بنقص فى محتوى الحبة من الفيتوجليكوجين. كذلك يعمل الجين sh2 على تقليل معدل تحول السكر إلى نشا بشدة عما فى الطراز العادى su1. وكما فى حالة الـ se1 .. فإن الزيادة الابتدائية فى محتوى الحبوب الـ sh2 من النشا تجعلها مناسبة للحصاد على مدى فترة زمنية أطول.

ومع افتقار بذور الـ sh2 كثيرًا إلى النشا، فإن إندوسبرم البذور المكتملة التكوين يكون منكمشًا. وكما هو متوقع .. فإن إنبات تلك البذور والمراحل الأولى لنمو بادراتها تتطلب عناية خاصة. ويتعين زراعة البذور الـ sh2، والـ se1 سطحية وفى تربة دافئة لتحفيز إنباتها.

الطفرات الإندوسبرمية الأخرى والمقارنة بين الطفرات

يوضح جدول (٨–٢) مقارنة بين الطفرات الثلاث الرئيسية (التى أسلفنا بيانها) فى خصائص الإندوسبرم.

جدول (٨–٢): خصائص طفرات الإندوسبرم ف الذرة السكرية.

الطفرة	مدة الاحتفاظ بالحلاوة[أ] (يوم)	التركيز التقريبى للسكر[ب] (٪)	قوام الإندوسبرم	قوام الغلاف الثمرى الخارجى
su1	حلو (١–٢)	٨–١٨	كريمى	رقيق
se1	حلو جدًا (٤)	١٥–٤٠	كريمى	رقيق جدًا
sh2	شديد الحلاوة (١٠)	٢٠–٥٠	أقل كريمية	متوسط الرقة إلى صلب

أ – مدة الاحتفاظ بالحلاوة عند التخزين فى حرارة صفر–٥°م، ورطوبة نسبية ٩٥٪.

ب – نسبة السكر التقريبية بعد ٢٢ يومًا من التلقيح.

وتتأثر صفات جودة الإندوسبرم - كذلك - بكل من الطفرات التالية:

الطفرة	رمز الطفرة
brittle-1	bt1
brittle-2	bt2
amylose extender	ae1
dull	du1
waxy	wx1

يوقف الجين sh2 تمثيل النشا بالتأثير فى الإنزيم ADPG pyrophosphorylase. وتكون بعض الأصناف التى تحمل جينا الإندوسبرم bt1، و bt2 أكثر قدرة على النمو فى الحرارة العالية بالمناطق الاستوائية. ويعمل الجين ae1 على زيادة نسبة الأميلوز إلى الأميلوبكتين فى نشا الإندوسبرم. أما الطفرة wx1 فإنها تتحكم فى جعل كل النشا – تقريبًا – أميلوبكتين. ويؤثر الجين du1 على نسبة السكر إلى النشا فى الإندوسبرم. هذا .. وقد يحتوى الصنف الواحد على أكثر من واحدة من تلك الطفرات (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

وقد درس Lee وآخرون (١٩٩٩) التغيرات التى تحدث فى السكريات، والمواد الصلبة الذائبة، والطعم فى حبوب الذرة السكرية العادية صنف Golden Cross Bantam 70، مقارنة بما يحدث فى الذرة الفائقة الحلاوة صنف Coctail E-51، ووجدوا ما يلى:

١ – كان السكروز هو السكر الرئيسى فى كل من الذرة السكرية العادية والذرة فائقة الحلاوة وقد ازداد تركيزه بين اليوم الخامس عشر والحادى والعشرين، وبين اليوم الخامس عشر والسابع والعشرين من ظهور الحريرة فى الطرازين على التوالى، ثم انخفض.

٢ – انخفض تركيز الجلوكوز والفراكتوز فى كل من الذرة السكرية والذرة الفائقة الحلاوة مع نضج الحبوب.

٣ – كان تركيز المواد الصلبة الذائبة فى حبوب الذرة السكرية أعلى بكثير مما فى حبوب الذرة الفائقة الحلاوة.

٤ – ازداد محتوى النشا فى حبوب الذرة السكرية ببطء من اليوم الخامس عشر حتى اليوم الثالث والثلاثين من ظهور الحريرة، بينما كانت الزيادة فى محتوى النشا فى حبوب الذرة الفائقة الحلاوة سريعة بين اليوم الخامس عشر واليوم الحادى والعشرين بعد ظهور الحريرة، ثم ثبت المحتوى بعد ذلك حتى اليوم الثالث والثلاثين.

٥ – كانت درجة الطعم أفضل ما يمكن بين اليومين الحادى والعشرين والسابع والعشرين فى كل من الذرة السكرية والذرة الفائقة الحلاوة.

تقسيم الطرز الصنفية حسب محتواها من الطفرات

تقسم أصناف الذرة السكرية حسب محتواها من الطفرات الإندوسبرمية إلى ثمانية طرز، كما يلى:

١ – الطراز التقليدى traditional، أو السكرى sugary، أو العادى normal، أو القياسى standard:

يكون هذا الطراز أصيلاً فى الجين su1، ويكون محتواه من السكر عاديًّا. تكون قدرته على التخزين بعد الحصاد قليلة بسبب سرعة تحول السكر فى الحبوب إلى نشا. تتميز حبوبه – عند الزراعة بقوة النمو والقدرة العالية على الإنبات. تتميز الحبوب بطعمها الكريمى. يستعمل فى كل من التصنيع، والتسويق الطازج المباشر (محلات السوبر ماركت) وغير المباشر (من خلال أسواق الجملة).

٢ – الطراز السكرى المحَفِّز sugary enhanced، أو SE، أو EH:

يكون هذا الطراز أصيلاً فى الجين su1، وأصيلاً أو خليطًا فى الجين se1، ويكون محتواه من السكر أعلى بدرجة متوسطة عن محتوى الطرز su1. تكون قدرته على التخزين أعلى قليلاً عن قدرة الطرز su1 بسبب احتواء حبوبه على رصيد أكبر من السكر، الذى تلزمه فترة أطول لكى يتحول إلى نشا. تتميز حبوبه بالطعم الممتاز والقوام الغض. تكون قوة البذور فى بعض أصنافه أقل مما فى الطراز إلى su1، كما يمكن أن تضار الكيزان بسهولة عند الحصاد. يناسب التسويق الطازج المباشر.

٣ – الطراز الفائق الحلاوة supersweet، أو الـ shrunken، أو الـ sh2:

يكون هذا الطراز أصيلاً فى الجين المتنحى sh2، ويكون محتواه من السكر عاليًا إلى

عال جدًا. تكون قدرته على التخزين عالية بسبب ارتفاع محتوى حبوبه من السكر، وبطء تحول السكر فيها إلى نشا. وعلى الرغم من أن حبوبه شديدة الحلاوة فإنها تفتقد طعم "الذرة" بسبب إعطاءها لصوت طاحن عند مضغها (تكون crunchy). يعد إنبات البذور عند زراعتها وقوة نمو البادرات بعد الإنبات من أكبر مشاكل هذا الطراز، وخاصة فى الأراضى الباردة. لا بد من عزل هذا الطراز عن كل من الطرازين su1، و se1. يزرع على نطاق واسع لأجل التسويق الطازج غير المباشر.

٤ – الطراز التداوُبى synergistic، أو الـ sweet gene:

يكون هذا الطراز أصيلاً فى كل من الجينين su1، و sh2، ويكون محتواه من السكر متوسطًا إلى عاليًا. تكون قدرته على التخزين أعلى قليلاً من قدرة الطراز su1. لا يتوفر منه سوى أصناف قليلة جدًا، ولا يتطلب اشتراطات العزل التى يتطلبها الطراز sh2.

٥ – طراز الـ sweet breed:

يكون هذا الطراز أصيلاً فى الجين su1 وخليطًا فى كل من الجينين sh2، و se1، ويكون محتواه من السكر متوسطًا إلى عاليًا. تكون قدرته على التخزين أعلى قليلاً من قدرة الطراز su1. وهو يتماثل مع الطراز synergistic، ولكن مع بعض التحسن فى الصفات التى يتحكم فيها الجين se1.

٦ – الطرز الفائق الحلاوة المحسن improved supersweet:

يكون هذا الطراز أصيلاً فى الجين sh2 وخليطًا فى الجين su1، ويكون محتواه من السكر عاليًا إلى عال جدًا. تكون قدرته على التخزين عالية. لا يتوفر منه سوى القليل جدًا من الأصناف. تتميز حبوبه بطعم "الذرة" الذى لا يتوفر فى الطراز sh2. تتواجد به مشاكل الإنبات واحتياجات العزل مثل الطراز sh2.

٧ – الطراز ADX:

يكون هذا الطراز أصيلاً فى الجينات المتنحية ae، و du، و wx، ويكون محتواه من السكر متوسطًا إلى عاليًا. تكون قدرته على التخزين عالية. لا تتوفر منه سوى أصناف قليلة، ويجب عزله عن جميع الطرز الأخرى.

٨ – الطراز brittle:

يكون هذا الطراز أصيلاً فى الجين المتنحى bt2، ويكون محتواه من السكر متوسطًا إلى عاليًا. تكون قدرته على التخزين عالية. لا تتوفر منه سوى أصناف قليلة، ويجب عزله عن جميع الطرز الأخرى (Wolfe وآخرون ١٩٩٧).

التأثيرات الفسيولوجية لحبوب لقاح الطفرات المختلفة على صفات الإندوسبرم

تتطلب الأصناف التى تحمل الجينات su1، و sh2، و se1 عزلاً عن مصادر حبوب اللقاح الغريبة التى تحمل الآليل السائد لأى منها لكى لا تحدث تأثيرات سلبية على خصائص إندوسبرم الحبوب من خلال ظاهرة الزينيا. ولا تقل مسافة العزل عن ٧٥م عند إنتاج المحصول التجارى وعن ٢٠٠م عند إنتاج محصول البذور.

ويبين جدول (٨–٣) التأثير الفسيولوجى لمختلف الطفرات على صفات الإندوسبرم فى الطفرات الأخرى.

جدول (٨–٣): تأثر صفات الإندوسبرم من الطرز المختلفة بحبوب اللقاح الغريبة.

التركيب الوراثى للأم	التركيز الوراثى للأب (حبوب اللقاح)			
	الذرة الشامية	الذرة السكرية		
	su1	su1	se1	sh2
Su1	نشوى	نشوى	نشوى	نشوى
su1	نشوى	حلو	ينعزل بنسبة ١:٢:١	أقل نشوية
se1	نشوى	مستوى حلاوة su1	حلو	نشوى
sh2	نشوى	نشوى	نشوى	حلو

المركبات المسئولة عن النكهة

يعتبر المركب العطرى داى مثيل سلفيد dimethy sulfide هو المركب الرئيسى المسئول عن النكهة المميزة للذرة السكرية. وفى وجود هذا المركب مع السكريات والمركبات عديدة التسكر القابلة للذوبان فى الماء تكتسب الذرة السكرية مذاقها الخاص.

وقد وجد أن محتوى الحبوب من المركب داى مثيل سلفيد ينخفض بمعدل ٨,٥-٩٪ يوميًا فيما بين اليوم العشرين واليوم التاسع والعشرين بعد التلقيح، ويؤثر ذلك الانخفاض كثيرًا في جودة الحبوب. كما أمكن زيادة محتوى الحبوب من هذا المركب بزيادة معدلات التسميد الآزوتي (Wong وآخرون ١٩٩٤، و ١٩٩٥).

ومن بين المركبات الهامة الأخرى ذات الصلة بالنكهة المميزة للذرة السكرية، ما يلي (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨):

dimethylethylpyrazine

dimethyl pyrazine

Acetal

α-aminobutanol



الفصل التاسع

حصاد، وتداول، وتخزين الذرة السكرية

الحصاد

تتراوح الفترة من الزراعة إلى الحصاد بين ٧٠ و ١١٠ يومًا في معظم الأصناف المبكرة. ويصعب على الشخص غير المجرب – عادة – تحديد مرحلة النضج المناسبة للحصاد دون إزالة الأوراق المغلفة للكوز، وفحص الحبوب. والمتبع – عادة – هو فحص عدة كيزان بين آونة وأخرى، مع اقتراب الحقل من مرحلة النضج المناسبة للحصاد.

علامات مرحلة التكوين المناسبة للحصاد

إن من أهم علامات وصول الكوز إلى مرحلة النضج المناسبة للحصاد .. بلوغه أقصى حجم له (وهو ما يتوقف على الصنف)، والتفاف الأوراق المغلفة حوله جيدًا، وبدء جفاف الحريرة، واكتمال تكوين الحبوب، وإذا ثقبت .. فإنه يخرج منها سائل لبني المظهر (milk stage)، بينما يكون السائل مائيًا رقيقًا قبل هذه المرحلة (premilk stage)، وتخرج من الحبوب مادة عجينية رقيقة في الأطوار التالية. ويلزم – بطبيعة الحال – الاكتفاء بعلامات النضج الخارجية – فقط – بعد أن يكتسب العمال القائمون بعملية الحصاد خبرة في هذا الأمر. ويلاحظ أن التأخير في الحصاد عن طور النضج اللبني milk stage يتبعه تحول النشا إلى سكر، وصلابة قشرة الحبة، ثم تحول الحبة – سريعًا – إلى الطور العجيني المبكر، ثم الطور العجيني dough stage.

وتصل الكيزان إلى مرحلة النضج المناسبة للحصاد – عادة – بعد ٢-٣ أسابيع من بروز النورات المذكرة tasseling في الجو الدافئ، وبعد ٤-٥ أسابيع في الجو المائل إلى البرودة، علمًا بأن بروز النورات المذكرة يكون عادة قبل خروج الحريرة silking بنحو ٣-٤ أيام. ويمكن القول – عامة – إن كيزان الذرة السكرية تكون جاهزة للحصاد بعد نحو ١٨-٢٤ يومًا من ظهور الحريرة حسب درجة الحرارة السائدة، وقد سبقت

الإشارة إلى تأثير درجة الحرارة على سرعة وصول الكوز إلى مرحلة النضج اللبنى تحت موضوع تأثير العوامل الجوية، وتكون الحبوب حلوة، ولكنها صغيرة، وغير ممتلئة فى الطور قبل اللبنى، بينما تكون نشوية وقليلة الحلاوة وصلبة - نسبيًا - فى الطور العجينى.

يكون الحصاد فى الطور اللبنى بالنسبة لكل من محصول الاستهلاك الطازج، ومحصول التصنيع المعد للحفظ بالتجميد، وفى مرحلة نضج متقدمة قليلاً (نهاية الطور اللبنى)، بالنسبة لمحصول التصنيع المعد للحفظ بالتعليب على صورة حبوب كاملة، وفى مرحلة نضج أكثر تقدمًا (بداية الطور العجينى) بالنسبة لمحصول التصنيع المعد للحفظ على صورة كريم creamy style. ويجب أن يتم التصنيع فى جميع الحالات بعد الحصاد مباشرة.

ويلزم مرور حوالى ٣٠ يومًا أخرى من التوقيت المناسب لحصاد الذرة السكرية للاستهلاك إلى حين اكتمال تكوين البذور (عند إنتاج محصول البذور).

وتتوفر وسائل أخرى كمية تستعمل فى تحديد مرحلة النضج المناسبة للحصاد - بدلاً من الاعتماد على الفحص المظهرى المعتمد على الخبرة ووجهات النظر - ولكنها لا تتبع إلا فى المساحات الكبيرة التى تحصد آليًا لأجل التصنيع.

ومن بين هذه الوسائل الكمية المستعملة فى تحديد مرحلة النضج المناسبة للحصاد، ما يلى:

١ - تقدير نسبة الرطوبة فى الحبوب:

يرتبط محتوى الحبوب من الرطوبة بمدى عصيريتها (طراوتها)؛ ولذا .. تعد نسبة الرطوبة فى البذور أهم الخصائص المحددة لمدى نضج الذرة السكرية وجودته عند تحديد الموعد المناسب للحصاد لكل من الاستهلاك الطازج والتصنيع. تحتوى الحبوب فى طور التكوين المناسب للحصاد على ٧٢-٧٦٪ رطوبة، ويكون حصاد الأصناف التى تحتوى على الطفرة sh2 عند الحد الأعلى للرطوبة. وبانخفاض رطوبة الحبوب عن ٧٢٪ .. يحدث تدهور فى كل من مذاق الحبوب، وقوامها، ولونها، وكذلك فى نوعية الإندوسبرم.

ويلزم عند اتخاذ رطوبة الحبوب كمقياس لدرجة نضجها أن يتبع فى تقديرها أكثر الطرق سرعة، مثل طريقة التجفيف بالميكروويف التى تستغرق ثلاث دقائق فقط لاستعمالها.

وقد وجد أن عدد الوحدات الحرارية المتجمعة يرتبط – خطيًا – مع محتوى الحبوب من كل من الرطوبة والمواد غير القابلة للذوبان فى الكحول (عن Ruan وآخرين ١٩٩٩).

هذا .. ويجرى حصاد الأصناف القياسية (su)، والممتدة الحلاوة sugary extender (se) حينما تبلغ نسبة الرطوبة فى الحبوب ٧٠–٧٥٪. أما الأصناف الفائقة الحلاوة supersweet (sh2) فإن محتواها من السكر يكون أعلى كثيرًا عما فى الطرازين السابقين، وتحتفظ به لفترة طويلة بعد الحصاد؛ لذا .. فإنها تحصد عندما تبلغ رطوبة الحبوب فيها ٧٧–٧٨٪.

تنخفض رطوبة الحبوب – عادة – بنسبة ٠,٥٪ يوميًا فى طرازى su، و se، بينما يكون معدل انخفاض الرطوبة فى حبوب طراز الـ sh2 أبطأ من ذلك. هذا .. ويزداد محصول الذرة السكرية القياسية (su) والممتدة الحلاوة (se) – فى المتوسط – بمقدار حوالى ٠,٣٥٦ طن للفدان مع كل انخفاض قدره ١٪ فى رطوبة الحبوب، ولكن يتراوح المدى بين ٠,١٧٣، و ٠,٧٩٢ طن للفدان باختلاف الأصناف ومواسم النمو. أما الأصناف الفائقة الحلاوة (sh2) فإن محصولها يزداد بمقدار حوالى ٠,٧٠٠ طن للفدان مع كل انخفاض قدره ١٪ فى رطوبة الحبوب، إلا أن المدى يتراوح من ٠,٢٢٥ إلى ١,٠١١ طن للفدان باختلاف الأصناف ومواسم النمو.

٢ – نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية، وهى تقدر فى السائل اللبنى باستعمال رفراكتومتر يدوى. وتجدر الإشارة إلى أن نسبة المواد الصلبة الذائبة ترتبط – خطيًا – بمحتوى الحبوب من الرطوبة المقدرة بطريقة الأفران.

٣ – نسبة المواد الصلبة غير الذائبة فى الكحول:

تعرف مكونات الحبوب التى لا تذوب فى ٨٠٪ كحول باسم alcohol insoluble solids (اختصارًا: AIS)، وهى تتضمن النشا، ونصف السيليلوز hemicellulase،

والبكتين، والسيليليوز . هذا .. ولا يناسب اختبار الـ AIS الأصناف الفائقة الحلاوة، بسبب انخفاض محتواها من تلك المركبات. ويقدر التغير فى الـ AIS بنحو ٢,٢٥٪ مقابل كل ٥٪ تغير فى المحتوى الرطوبى.

٤ – نسبة المركبات عديدة التسكر الذائبة فى الماء:

تتراوح نسبة المركبات عديدة التسكر الذائبة فى الماء water-solube polysaccharides (اختصارًا: WSP) بين ١٢٪، و ١٨٪، وتقابل ذلك محتوى رطوبى يتراوح بين ٧٤٪، و ٧٠٪. ويعد محتوى الـ WSP – كمحتوى الـ AIS – قليل الكفاءة كمقياس لدرجة النضج فى الأصناف العالية الحلاوة لأنها تكون فقيرة فى محتواها من المركبات العديدة التسكر (Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

٥ – مدى صلابة الغلاف الثمرى الخارجى وسمكه.

٦ – درجة طراوة الحبوب succulence .. وهى تقدر بجهاز shear-press.

٧ – الكثافة النوعية.

ولمزيد من التفاصيل عن هذه الطرق وغيرها .. يراجع Nelson & Steinberg (١٩٧٠)، و Salunkhe & Kadam (١٩٩٨).

طرق الحصاد

يكون الحصاد إما يدويًّا، أو آليًّا، ويجرى الحصاد اليدوى ٢–٣ مرات على مدى ٤–١٠ أيام للحقل الواحد، أما الحصاد الآلى .. فيجرى مرة واحدة لكل الحقل. يتبع الحصاد الآلى بالنسبة للحقول المعدة للتصنيع، بينما يتبع الحصاد اليدوى مع حقول الاستهلاك الطازج. كما قد تمر آلة فى حقول الاستهلاك الطازج لتقطيع أعواد الذرة فوق مستوى الكيزان مباشرة فى اليوم السابق للحصاد؛ لتسهيل العثور عليها عند الحصاد.

يجرى الحصاد اليدوى قصفًا بثنى الكوز إلى أسفل، ولكن دون الإضرار بالساق الرئيسية للنبات التى يجب أن تستمر فى النمو لحين حصاد الكوز أو الكيزان الأخرى التى يحملها النبات إن وجدت.

هذا .. ويمكن لآلة الحصاد الواحدة حصاد نحو ١٠ أفدنه يوميًا خلال فترة العمل العادية (٨ ساعات)، ولكن اقتناءها لا يعد اقتصاديًا إلا فى حالات المزارع التى تزيد مساحتها عن ١٥٠ فدانًا. وتجدر الإشارة إلى أن الإضرار التى تُحدثها عملية الحصاد الآلى فى المحصول المخصص للتصنيع لا تلاحظ فيه مثلما تلاحظ فى محصول الاستهلاك الطازج؛ ذلك لأن محصول التصنيع يتم تصنيعه فى خلال ساعات قليلة من الحصاد.

تفقد الذرة السكرية جزءًا كبيرًا من محتواها من السكر سريعًا بعد الحصاد، وتزداد سرعة الفقد بارتفاع درجة الحرارة .. فيكون الفقد فى حرارة ١٠°م ثلاثة أمثال الفقد فى حرارة الصفر المئوى، ويرتفع الفقد إلى ستة أمثال فى حرارة ٢٠°م، وإلى ١٢ مثلاً فى حرارة ٣٠°م، و ٢٤ مثلاً فى حرارة ٤٠°م. ولذا .. فإن الحصاد يجب أن يجرى فى الفترات التى تنخفض فيها درجة الحرارة فى الصباح الباكر. ويبدأ بعض كبار مزارعى الذرة السكرية فى ولاية كاليفورنيا الأمريكية حصاد حقولهم فى الساعة الواحدة بعد منتصف الليل، ويستمر العمل إلى ما قبل الظهر. وبذا تكون حرارة الكيزان عند الحصاد منخفضة بمقدار ٦-١٤°م عما لو أجرى الحصاد أثناء النهار (Sims وآخرون ١٩٧٨).

المحصول

يقدر متوسط محصول الذرة السكرية لأجل التصنيع بنحو ٩ أطنان للفدان، بينما قد يبلغ المحصول الجيد ١٤ طنًا، ويقل محصول الاستهلاك الطازج عن ذلك.

التداول

يجب أن تجرى جميع عمليات التداول بسرعة كبيرة بعد الحصاد؛ مباشرة حتى لا تتدهور نوعية المنتج؛ فينقل المحصول بسرعة إلى محطة التعبئة، ويلى ذلك تبريده - أوليًا - بشكل جيد إلى ١٠°م أو أقل من ذلك فى خلال ساعة واحدة، ثم فرزه وتدريجه، ثم تعبئته وتخزينه أو تسويقه. يجرى التبريد الأولى بطريقة الرش بالماء البارد. كما يجب التخلص من ساق الكوز الطويلة، وكذلك تقليم أوراق الكوز الخارجية

الطويلة فى نهاية الكوز؛ لأنها تستنفذ الماء من الحبوب، وتُحدث فيها بعض الانكماش (يعرف باسم denting). ويكون الانكماش فى الحبوب غير مقبول إذا وصلت نسبة الفقد الرطوبى إلى ٢٪.

يجرى التبريد الأولى بطريقة الرش بالماء البارد hydrocooling، ثم يتم الفرز لاستبعاد الكيزان غير الممتلئة، والصغيرة الحجم، والزائدة النضج، والمصابة بالديدان. وقد تجرى عملية الفرز قبل عملية التبريد الأولى إذا كان الجو معتدل الحرارة عند الحصاد.

يكون التبريد بالماء المثلج سريعًا حيث تكفى ١٣ دقيقة فقط على ٥,٥°م لخفض الحرارة فى مركز القولحة من ١٨ إلى ١١°م، بينما يستغرق ذلك القدر من التبريد نحو ٥ ساعات فى الغرف الباردة على ٤°م، إلا أن إضافة الثلج المجروش إلى عبوات الحقل قبل نقلها إلى الغرف المبردة يفيد فى إسراع التبريد والمحافظة على جودة الحبوب (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

يعبأ المحصول بعد ذلك فى صناديق خشبية أو بلاستيكية، تبلغ سعة كل منها من ٧-١١ كجم، وتوضع الصناديق فى المخازن، أو فى الشاحنات لنقلها إلى الأسواق. ويستمر التبريد فى الشاحنات بقذف كميات كبيرة من الثلج المجروش - إلى قطع صغيرة - على الطبقة العليا من العبوات، ويحدث التبريد عندما يتساقط الثلج ويذوب، حيث يتخلل الماء المثلج طبقات المحصول المعبأ فى الصناديق. ويمكن إجراء عملية التبريد الأولى بطريقة التفريغ Vacuum precooling، ويلزم فى هذه الحالة رش المنتج بقليل من الماء قبل تعريضه للتفريغ.

أما التدريج .. فإنه يكون تبعًا للرتب المعمول بها، ويمكن الإطلاع على مواصفات الرتب الرسمية للذرة السكرية فى الولايات المتحدة فى Hall (١٩٦٨).

التخزين

التخزين المبرد العادى والتغيرات المصاحبة للتخزين

يعد تحول السكر إلى نشا أهم التغيرات التى تطرأ على محصول الذرة السكرية بعد الحصاد. ولقد وجد كل من Appelman & Arthur منذ عام ١٩١٩ (عن & Thompson

Kelly ١٩٥٧) أن الفقد فى السكر (بتحوله إلى نشا) يستمر فى كل درجات الحرارة، إلى أن تفقد ٦٢٪ من السكريات الكلية، و ٧٠٪ من السكروز. وتلك هى حالة التوازن التى تصل إليها المواد الكربوهيدراتية المخزنة فى الحبوب. ويؤدى رفع درجة الحرارة إلى إسراع الوصول إلى حالة التوازن هذه. وإلى أن يصل الفقد فى السكر إلى ٥٠٪ .. فإن معدل الفقد يتضاعف مع كل زيادة قدرها ١٠ درجات مئوية بين درجتى حرارة الصفر، و ٣٠°م، وهو ما يتمشى مع قانون فانت هوف Van't Hoff بالنسبة للتفاعلات الكيميائية. ويوضح جدول (٩-١) التغيرات فى نسبة السكر بعد يوم واحد من الحصاد، مع التخزين فى درجات حرارة مختلفة.

جدول (٩-١): الفقد فى السكر بعد ٢٤ ساعة من تخزين كيزان الذرة السكرية صنف إفرجرين Stowell's Evergreen فى درجات حرارة مختلفة.

حرارة التخزين (°م)	النسبة المئوية للسكر		النقص فى النسبة المئوية للسكر
	عند الحصاد	بعد ٢٤ ساعة من التخزين	
صفر	٥,٩١	٥,٤٣	٠,٤٨
١٠	٥,٨٣	٤,٨٣	١,٠٠
٢٠	٦,١٧	٤,٥٩	١,٥٨
٣٠	٥,٣٤	٢,٦٥	٢,٦٩
٤٠	٦,٧٢	٣,٦٤	٣,٠٨

إن أفضل الظروف لتخزين الذرة السكرية هى حرارة الصفر المئوى، ورطوبة نسبية من ٩٥-٩٨٪. وتفضل إضافة الثلج المجروش على قمة صناديق التعبئة. يحتفظ محصول الذرة بحالته بصورة جيدة تحت هذه الظروف لمدة ٤-٨ أيام، إلا أنه يفقد جزءًا من حلاوته. أما فى حرارة ١٠°م، فإن الذرة السكرية لا تحتفظ بجودتها لأكثر من يومين (Nelson & Steinberg ١٩٧٠).

وجدير بالذكر أنه بعد عدة أيام من التخزين تنخفض نسبة السكر فى الأصناف القياسية من نحو ٣-٥٪ إلى حوالى ٢-٣٪، بينما يكون الانخفاض فى الأصناف الفائقة الحلاوة (sh2) – تحت نفس الظروف – من ٧-١٠٪ إلى ٥-٦٪.

التخزين فى الجو المتحكم فى مكوناته

يكون تخزين الذرة السكرية فى الجو المتحكم فى مكوناته -- على الصفر المئوى – فى ٢–٤٪ أكسجين، و ٥–١٠٪ ثانى أكسيد كربون، إلاّ أن ذلك لا يتبع كثيرًا على النطاق التجارى. يفيد التركيز العالى لثانى أكسيد الكربون فى تثبيط فقد السكر والكلوروفيل من أوراق الكوز، بينما تؤدى زيادته عن ذلك أو انخفاض نسبة الأكسجين عن ٢٪ إلى ظهور رائحة وطعم غير مقبولين (عن Saltveit ١٩٩٧).

التخزين فى الجو المعدل

يتحقق التخزين في الجو المعدل بتغليف كيزان الذرة بأنواع مختلفة من الأغشية، حيث يؤدى تنفس الحبوب إلى زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون ونقص نسبة الأكسجين حول الحبوب.

وقد كانت أغشية البوليولفين polyoloefin (الغشاءان AM، و K-400T) أفضل من غشاء البولى فينيل كلورايد PVC كأغشية مطاطة stretch films (أغشية تلف فيها الكيزان وتلتصق بها overwrap)، حيث أدت أغشية البوليولفين إلى زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون ونقص تركيز الأكسجين بدرجة أكبر عما كان عليه الحال عندما استعمل غشاء البولى فينيل كلورايد. وقد أفاد ذلك فى نقص الإصابة بالأعفان والمحافظة على الجودة لمدة ١٢ يومًا على حرارة ١°م، ولمدة يومين على حرارة ٢٠°م (Aharoni وآخرون ١٩٩٦).

ووجد Risse & McDonald (١٩٩٠) أن لف كيزان الذرة فى الأغشية التى تنكمش shrink films كان أفضل من لفها فى الأغشية المطاطة stretch films؛ إذ ازداد مع النوع الأول من الأغشية محتوى الهواء الداخلى من ثانى أكسيد الكربون وانخفض محتواه من الأكسجين بدرجة أكبر مما حدث مع النوع الثانى من الأغشية، وترتب على ذلك زيادة المحافظة على محتوى الحبوب من المواد الصلبة الذائبة الكلية عند التغليف بالـ shrink films.

كما كانت أفضل الظروف لتخزين الذرة السكرية هى بلف كل زوج من الكيزان معًا بالبلاستيك فى صينية، ثم وضع الصوانى فى كراتين مبطنة بالبلاستيك وتركها على

٢°م. أدى ذلك إلى رفع نسبة ثانى أكسيد الكربون إلى المدى الموصى به وهو ٥–١٠ كيلو باسكال، وتثبيط نمو الأعفان. وأدى فتح البلاستيك المبطن للكراتين عند رفع الحرارة إلى ٢٠°م (فى محاكاة لظروف عدم التبريد بعد انتهاء فترة الشحن أو التخزين) فى استمرار المحافظة على مستوى ثانى أكسيد الكربون المرغوب فيه على الرغم من ارتفاع معدل التنفس، وبذا .. أمكن المحافظة على المنتج لمدة أسبوعين على ٢°م ثم لمدة ٤ أيام إضافية على ٢٠° (Rodov وآخرون ٢٠٠٠).



الفصل العاشر

أمراض وآفات الذرة السكرية ومكافحتها

يصاب الذرة بالأمراض التالية:

المرض		المسبب
أمراض فطرية:		
الأنثراكنوز	Anthracnose	*Colletotrichum graminicola*
الصدأ العادى	Common rust	*Puccinia sorghi*
الصدأ العادى	Common smut	*Ustilago maydis*
البياض الزغبى (شكل ١٠-١، يوجد فى آخر الكتاب)	Downey mildew	*Peronosclerospora* spp. and *Sclerophthora* spp.
التفحم	Head smut	*Sphacelotheca reiliana*
لفحة الذرة الشمالية (شكل ١٠-٢، يوجد فى آخر الكتاب)	Northern corn leaf blight	*Exserohilum turcicum*
الذبول الطرى	Seed damping off	*Pythium and Fusarium* spp.
لفحة أوراق الذرة الجنوبية	Southern corn leaf blight	*Bipolaris maydis (Helminthosporium maydis)*
الصدأ الجنوبى (شكلا ١٠-٣، ١٠-٤، يوجدان فى آخر الكتاب)	Southern rust	*Puccinia polysora*
عفن الساق	Stalk rot	*Diplodia maydis, Fusarium* spp.
الصدأ الاستوائى	Tropical rust	*Physopella zeae (Angiospora zeae)*
لفحة الأوراق الصفراء	Yellow leaf blight	*Mycospharella zea-maydis*
أمراض بكتيرية:		
الذبول الطرى البكتيرى	Bacterial soft rot	*Pseudomonas syringae*, other *Pseudomonas* spp., *Sclerospora graminicola*
ذبول استيورات البكتيرى	Stewart's bacterial wilt	*Erwinia stewartii*

المرض		المسبب
أمراض فيروسية:		
فيرس موزايك الخيار		Cucumber mosaic (CMV)
فيرس تقزم واصفرار الذرة (شكل ١٠-٥، يوجد فى آخر الكتاب)		Maize chlorotic dwarf virus (MCDV)
فيرس تقزم وموزايك الذرة (شكل ١٠-٦، يوجد فى آخر الكتاب)		Maize dwarf mosaic virus (MDMV)
فيرس موزايك الذرة		Maize mosaic virus (MMV)
فيرس تقزم وخشونة الذرة		Maize rough dwarf virus (MRDV)
فيرس تخطيط الذرة		Maize streak virus (MSV)
فيرس موزايك قصب السكر		Sugarcane mosaic (SCMV)
أمراض تسببها شبيهات الفيروسات:		
ميكوبلازما تقزم الذرة		Corn bush stunt (mycoplasma, CBSM)
اسبيروبلازما تقزم الذرة		Corn stunt (spiroplasm, CSS)
أمراض نيماتودية:		
النيماتودا اللاسعة	String nematodes	*Belonolaimus* spp.
نيماتودا الجذور القصيرة السميكة	Stubby root nematodes	*Trichodorus* spp.
نيماتودا تعقد الجذور	Root knot nematodes	*Meliodogyne* spp.
النيماتودا الرمحية	Lance nematodes	*Hoplolaimus* spp.
النيماتودا االلولبية	Spiral nematodes	*Heliocotylenchus* spp.
نيماتودا التقرح	Root lesion or meadow nematodes	*Pratylenchua* spp.
النيماتودا المثقابية	Awl nematodes	*Dolichodorus* spp.
نيماتودا الحوصلات	Corn cyst nematodes	*Heterodera zcoe*
النيماتودا الحلقية	Ring nematodes	*Criconemoides* spp.

ومن أهم الأمراض التى تنتقل عن طريق البذور، ما يلى (عن George ١٩٩٩):

المرض		المسبب
عفن الحبوب	Kernel rot	*Acermonium strictum*
تبقع الأوراق الجنوبى	Charred ear mould, southern leaf spot	*Cochliobolus carbonum*

المرض		المسبب
اللفحة	Southern leaf spot, blight	*Cochliobolus heterostrophus*
الأنثراكنوز	Anthracnose	*Colletotrichum graminicola*
عفن الكوز الجاف، وعفن الساق	Dry ear rot, stalk rot, seedling blight	*Diplodia frumenti* *Fusarium* spp.
عفن الحبوب	Gibberella ear rot, kernel rot, stalk rot	*Gibberella fujkuroi*
لفحة البادرات	Seedling blight	G. f. var. *subglutinans*
لفحة البادرات	Seedling blight, cob rot	*G. zeae*
لفحة البادرات	Seedling and foot rot	*Marasmius graminum*
عفن البذور	Seed rot, blue-eye	*Penicillium* spp.
القمة المجنونة (شكل ١٠-٠، يوجد فى آخر الكتاب)	Crazy top	*Sclerapthora macrospora*
عفن الساق، وعفن البادرة	Dry or white ear rot, stalk rot, seedling blight, root rot	*Stenocarpella macrospora and S. maydis*
التفحم الكاذب	False smut, green smut	*Ustilaginoidea virens*
التفحم	Smut, blister or loose-smut	*Ustilago zeae*
لفحة الأوراق البكتيرية	Bacterial leaf blight, bacterial wilt, Stewart's disease, white bacteriosis	*Erwinia stewartii*
فيرس تبقع أوراق الذرة		Maize leaf spot virus
فيرس موزايك الذرة		Maize mosaic virus
فيرس موازيك قصب السكر		Sugar cane mosaic virus

عفن الكوز الفيوزارى

يحدث الفطر *Fusarium moniliforme* مرض عفن الكوز ear rot فى الذرة السكرية، وربما لا تلاحظ أعراض الإصابة إلا بعد الحصاد وإزالة الأغلفة من حول الكوز. يظهر – حينئذٍ – عفن أبيض إلى وردى اللون بالحبوب المصابة التى قد تكون متناثرة فى الكوز، وتبدو الحبوب المصابة دقيقية المظهر عند جفافها. يبدو أن الإصابة تحدث بعد التلقيح،

وتكون مرتبطة – غالبًا – بالأضرار التى تحدثها الديدان. وتزداد الإصابة بعفن الكوز الفيوزارى فى الحالات التى لا تكون فيها قمة الكوز مغلفة جيدًا بأوراق الكوز، وعند حدوث إصابات بالتربس داخل الكوز (Warfield & Davis ١٩٩٦).

قد ينتج الفطر *F. moniliforme* عديداً من الميكوتوكسينات mycotoxins فى الحبوب المصابة؛ الأمر الذى يشكل مشاكل خطيرة نظرًا لما لهذه المركبات من تأثير مسرطن.

ويكافح المرض بزراعة الأصناف المقاومة.

التفحم

يسبب الفطر *Ustilogo maydis (U. zeae=)* مرض التفحم smut. تظهر تآليل التفحم فى أى جزء من النبات توجد به أنسجة ميرسيتمية تكون عرضة للإصابة. يدفع الفطر النسيج المصاب من النبات إلى زيادة كبيرة فى الانقسام الخلوى وحجم الخلايا؛ مما يؤدى فى النهاية إلى تكوين تآليل باهتة تكون محاطة بغشاء رمادى رقيق، توجد بداخله كتل هائلة من جراثيم الفطر السوداء اللون. وتعتبر الكيزان والشرابة (النورة المذكرة) أكثر أجزاء النبات تعرضًا للإصابة (شكلا ١٠–٨، و ١٠–٩، يوجدان فى آخر الكتاب). تحمل جراثيم الفطر على البذور، وتنتشر فى التربة؛ حيث تأتى منها الإصابات الجديدة غالبًا. ويكافح المرض باتباع دورة زراعية مناسبة، وزراعة الأصناف المقاومة إن وجدت، مع جمع الكيزان المصابة قبل خروج الجراثيم منها وحرقها.

لفحة هلمنثوسبوريم

يسبب الفطران *Helminthosporium turcicum*، و *H. maydis* مرض لفحة هلمنثوسبوريم Helminthosporum Leaf Blight (شكلا ١٠–١٠، و ١٠–١١، يوجدان فى آخر الكتاب) فى الذرة السكرية. تظهر أعراض الإصابة فى صورة مناطق كبيرة، عدسية الشكل، مائية المظهر، يتراوح طولها من ٢,٥–٧,٥ سم، ويتراوح عرضها من ملليمترات قليلة إلى ٢,٥ سم. تكون هذه البقع صفراء فى البداية، ثم تأخذ لونًا بنيًّا، وتكون مغطاة غالبًا بالأجسام الثمرية السوداء التى يكونها الفطر. تموت الورقة فى حالات الإصابة الشديدة، ويعيش الفطر فى بقايا النباتات المصابة فى التربة، حيث تبدأ

منها الإصابات الجديدة. ويكافح المرض باتباع دورة زراعية ثلاثية، وزراعة الأصناف المقاومة، مع الرش بالمبيدات الفطرية المناسبة، مثل: المانيب، والزينب فى الإصابات الشديدة.

أعفان الساق

يحدث الفطران *Pythium aphanideratum*، و *Fusarium moniliforme* أعفانًا بساق الذرة السكرية Stalk Rots، وتظهر أعراض الإصابة بفطر بثيم عندما يسقط النبات فجأة، ويكون ذلك عادة نتيجة لإصابة سلامية واحدة من ساق النبات بالقرب من سطح التربة. تكون المنطقة المصابة بلون بنى قاتم، ومائية المظهر، وطرية، ومهترئة، ويمكن للفطر أن يصيب النبات – فى أية مرحلة من نموه – قبل خروج الحريرة، وتنتشر الإصابة عند سوء الصرف، أو كثرة الرطوبة الأرضية، ويكافح المرض بتجنب هذه الظروف.

أما أعراض الإصابة بفطر الفيوزاريم .. فتظهر فى المراحل المتأخرة من النمو النباتى، وتكون الإصابة فى الجزء السفلى من ساق النبات، حيث تكون أنسجة النبات طرية، ومهترئة، ولا يظل سليمًا داخل الساق سوى الحزم الوعائية، ولكنها لا تتحمل ثقل النبات؛ مما يؤدى إلى سقوطه، ويكون النسيج المصاب رمادى اللون غالبًا، وورديًا إلى أحمر اللون أحيانًا. يعيش الفطر فى التربة، وتحدث الإصابة مبكرة، ولكن لا يُحدث الفطر أضراره الملحوظة إلا فى مرحلة متأخرة من النمو، ويكافح المرض بزراعة الأصناف المقاومة.

الصدأ العادى

يسبب الفطر *Puccinia sorghi* مرض الصدأ العادى common rust فى الذرة السكرية (شكلا ١٠-١٢، ١٠-١٣، يوجدان فى آخر الكتاب)، وتظهر بثرات الصدأ على أى جزء من النبات فوق سطح التربة، ويكثر ظهورها على الأوراق من سطحيها. تكون البثرات بنية اللون فى البداية، ثم يتغير لونها إلى الأسود عندما يكون الفطر الجراثيم التيليتية. يناسب الإصابة الجو البارد الرطب، وتنتشر جراثيم الفطر بواسطة التيارات الهوائية، ويكافح المرض بزراعة الأصناف المقاومة.

العفن الطرى البكتيرى

تسبب البكتيريا *Erwinia* spp. مرض العفن الطرى Bacterial Soft Rot فى الذرة السكرية، وتظهر الأعراض – فى البداية – فى شكل لفحة بالأوراق الصغيرة، مع تكون عفن كريه الرائحة داخل الأوراق المحيطة بالقمة النامية للساق، وهو ما يؤدى إلى موتها. تكثر الإصابة فى الحقول التى تروى بالرش، ويكافح المرض بزراعة الأصناف المقاومة، وتجنب الرى بالرش (Gubler وآخرون ١٩٨٦).

الذبول البكتيرى

تسبب البكتيريا *Erwinia stewartii* مرض الذبول البكتيرى Bacterial wilt فى الذرة السكرية (شكلا ١٠–١٤، و ١٠–١٥، يوجدان فى آخر الكتاب)، وتظهر الأعراض على شكل تقزم، مع تكون خطوط طولية باهتة اللون فى الأوراق، ويشاهد النسيج الوعائى وقد امتلأ بنموات بكتيرية، لونها أصفر براق، تبرز على هيئة سائل لزج لدى قطع ساق النبات المصاب الذى يموت – غالبًا – قبل النضج، وتنتقل الإصابة إلى البذور إذا لم يمت النبات قبل النضج، ويكافح المرض بزراعة الأصناف المقاومة.

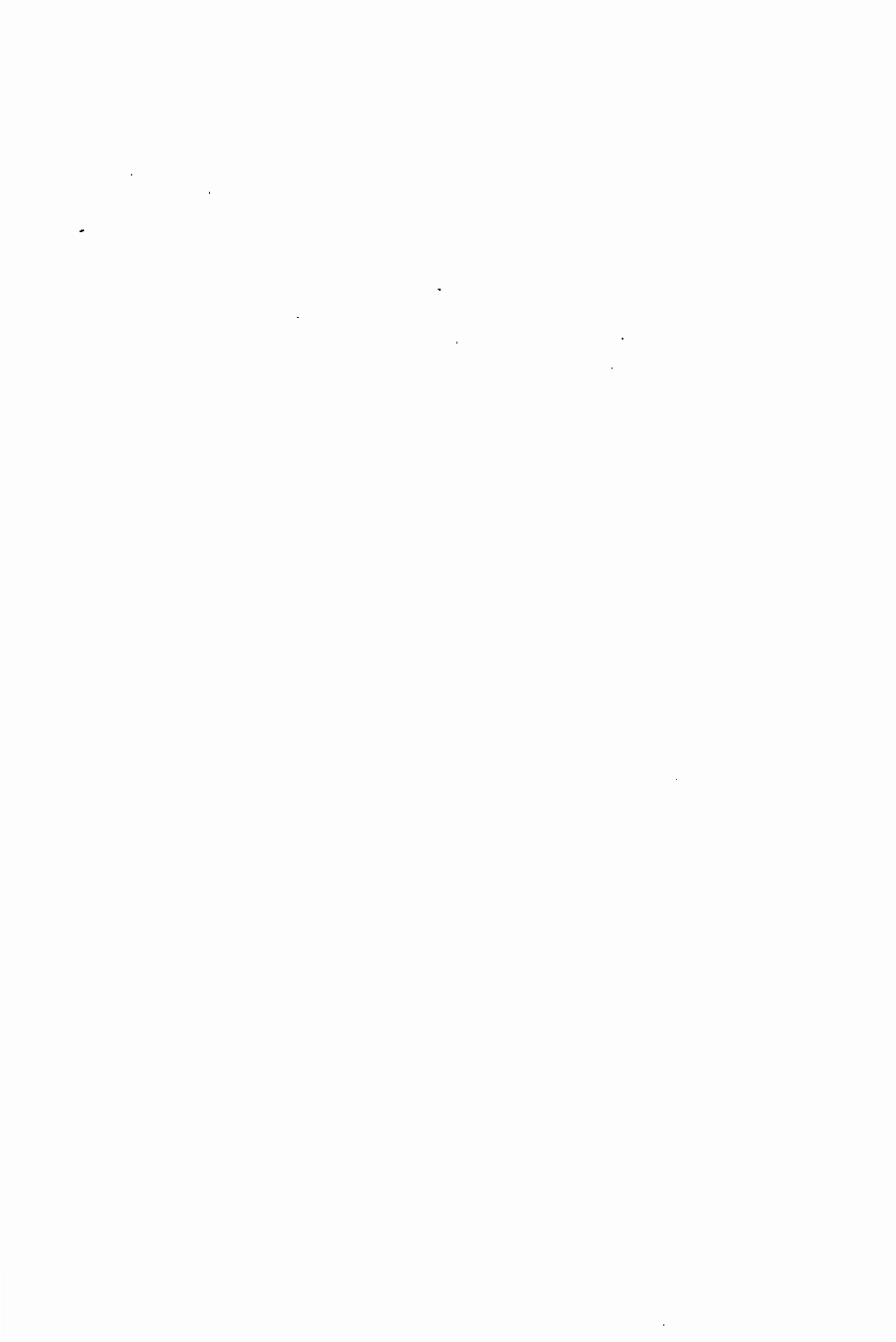
الفيروسات

تصاب الذرة السكرية بعدة فيروسات، من أهمها: فيرس موزايك الذرة Maize Mosaic Virus، الذى ينتقل بواسطة البذور، وفيرس تقزم الذرة الخشن Maize Rough Dwarf Virus الذى ينتقل بواسطة أحد أنواع نطاطات الأوراق، وفيرس تخطيط الذرة Maize Streak Virus (شكل ١٠–١٦، يوجد فى آخر الكتاب) الذى ينتقل كذلك بواسطة بعض أنواع نطاطات الأوراق. وتكافح هذه الأمراض الفيروسية بأخذ الاحتياطات اللازمة فيما يتعلق بطريقة حدوث الإصابة (Dixon ١٩٨١).

الحشرات

تصاب الذرة السكرية بعدد كبير من الحشرات، والتى من أهمها: دودة القصب الكبيرة، ودودة القصب الصغيرة (الدوارة)، وحفار ساق الذرة الأوروبى، ومنّ أوراق الذرة، وبق القصب الدقيقى، ودودة ورق القطن، والدودة الخضراء، والدودة القارضة،

ودودة كيزان الذرة (أو دودة لـوز القطـن أو دودة ثمـار الطمـاطم) *Heliothis zea* (شـكل ١٠-١٧، يوجد فى آخر الكتاب).



الفصل الحادى عاشر

إنتاج البيبى كورن والذرة الفيشار

ينتمى البيبى كورن baby corn، والـذرة الفيشـار pop corn إلى النـوع النبـاتى ذاتـه الذى تنتمى إليه الذرة السكرية sweet corn بكل طفراتها، وهو *Zea mays*، كمـا أنـهما لا يختلفان كثيرًا فى طرق إنتاجهما وفـى الأمـراض والآفـات التـى تصيبـهما عـن الـذرة السكرية

البيبى كورن

يعرف البيبـى كـورن – أحيانًـا – باسـم mini corn، وهـو ذرة عاديـة – شـامية أو سكرية – تحصد كيزانها فى طور مبكر جدًّا من التكوين.

الأصناف

إن أكثر الأصناف استخدامًا فى إنتاج البيبى كورن هى بعض أصناف الـذرة الشـامية (الحقلية) النشوية (Su) عديدة الكيزان، وبعـض الأصنـاف الفائقـة الحـلاوة (sh2) مـن الذرة السكرية، علمًا بأن النوعية تكون جيدة ومتسـاوية فـى كليـهما، إلاّ أن المحصـول يكون أعلى – عادة – فى الأصناف النشوية عديـدة الكـيزان. وأفضـل الأصنـاف لإنتـاج البيبى كورن هى ذات الحبوب الصغيرة والكيزان الطويلة.

وينتج بيبى كورن التخليل pickled baby corn فى تايوان وتايلاند من أصناف خاصة من الذرة الحقلية (Su) أنتجت هناك لهذا الغرض، مثل: تاينان رقم ٥ Tainan No. 5، وتاينـان رقـم ١١، وتاينـان رقـم ٣٥١، أو باسـتعمال ذرة فائقـة الحـلاوة مثـل Florida Staysweet.

ومن أصناف البيبى كورن الهامة، ما يلى:

- مينور Minor:

هجين متوسط التأخير، يبلغ طوله حوالى ١٦٠ سم، ويحمل الكوز الأول عنـد ارتفـاع

٥٠ سم، ويعطى ٤-٦ كيزان بكل نبات. يتعين حصاد الكيزان عند بلوغها الحجم المناسب لذلك كما فى شكل (١١-١، يوجد فى آخر الكتاب).

• نافجوت Navjot .. يقدر محصوله بحوالى ٦٠٠ كجم للفدان (Sahoo & Panda ٢٠٠١).

• وكذلك الأصناف:

Baby	Little Indian
Glacier	Golden Midget
Baby Asian	Miniature Hybrid
	Baby Blue

العزل

لا يؤثر عزل البيبى كورن عن الطرز الأخرى من كل من الذرة الشامية والذرة السكرية فى محصول البيبى كورن، إلا أن لقاح البيبى كورن يمكن أن يؤثر فى جودة الطرز المخالفة والمجاورة له من الذرة السكرية.

كثافة الزراعة

يزرع البيبى كورن بإحدى كثافتين، كما يلى:

١ - الكثافة العادية (حوالى ٢٣ ألف نبات/فدان) .. وفى هذه الحالة يترك الكوز العلوى لحصاده كذرة شامية أو ذرة سكرية، بينما تحصد الكيزان التالية له كذرة بيبى.

٢ - الكثافة العالية (حوالى ٣٤-٤٤ ألف نبات/فدان) .. وفى هذه الحالة تحصد جميع الكيزان كبيبى كورن.

الحصاد والتداول

يحصد البيبى كورن يدويًا بعد يوم واحد إلى يومين من ظهور الحريرة من قمة الكوز. وقد تحصد أصناف الذرة الشامية عند ظهور الحريرة، بينما يؤجل حصاد الأصناف

الفائقة الحلاوة إلى ما بعد بلوغ الحريرة ٥ سم طولاً، ولكن وهى مازالت نضرة المظهر. ويمكن حصاد بعض الكيزان كعينات لتحديد الموعد المناسب للحصاد.

تتطلب الأسواق كيزانًا بطول ٤,٥-١٠ سم، وقطر ٧-١٧ مم، علمًا بأن الكيزان تتعدى سريعًا تلك الحدود.

ويجب الحذر عند تقشير الكوز حتى لا يكسر أو تحدث به أضرار.

وبالإضافة إلى التقشير - الذى يجرى يدويًا - فإن المحصول المخصص للتصنيع يجب أن تزال منه كذلك الحريرة. ويصنع البيبى كورن إما بالتخليل، وإما بالتعليب.

المحصول

يبلغ محصول الفدان الواحد من البيبى كورن حوالى طنين من الكيزان الكاملة (حوالى ٢٠٠ كجم من الكيزان المقشرة) فى الكثافة العادية، وحوالى ٤-٥ أطنان من الكيزان الكاملة (حوالى ٤٠٠-٥٠٠ كجم من الكيزان المقشرة) فى الكثافة العالية.

الذرة الفيشار

تعرف الذرة الفيشار بالاسم العلمى *Zea mays (everta)*، إلا أن *everta* لم يعد بعد صنفًا نباتيًا مميزًا كما كان عليه الحال فيما سبق.

لا تختلف الذرة الفيشار عن الذرة السكرية (أو الذرة الشامية) سوى فى خاصية التفتق بقوة popping، والتى تحدث للحبوب لدى تعريضها لحرارة عالية، وهى صفة وراثية معقدة (Brunson ١٩٣٧).

تتكون حبة الذرة الفيشار من جزء داخلى صغير رطب، وجزء خارجى صلب للغاية، ويحدث التفتق القوى تحت ضغط بخار الماء الذى يتولد داخل الحبة عند تسخينها؛ نتيجة لتبخر الماء الموجود بجزئها الداخلى، حيث ينهار فيها الغلاف الخارجى تحت ضغط بخار الماء المتزايد، ويتمدد الإندوسبرم الداخلى على صورة هشة بيضاء اللون.

الأصناف

تتوفر من الذرة الفيشار طرزًا ذات حبوب بيضاء، وصفراء، وحمراء، وسوداء، إلاّ

أن الأصناف البيضاء والصفراء فقط هى التى تنتشر فى الزراعة، وخاصة الصفراء منها.

وتقسم الأصناف حسب حجم الحبوب – معبرًا عنه بعدد الحبوب فى ١٠ جم – إلى: صغيرة (٧٦–١٠٥ حبة/١٠ جم)، ومتوسطة (٦٨–٧٥ حبة)، وكبيرة (٥٢–٦٧ حبة). وتعد الأصناف ذات الحبوب الصغيرة هى الأنسب للاستهلاك المنزلى.

ومن أهم أصناف الذرة الفيشار ما يلى:

Bo Peep	Baby Blue
Crookham 1084	White Cloud
	Robust

احتياجات العزل

يجب عزل الذرة الفيشار عن جميع طرز الذرة الأخرى بمسافة لا تقل عن ٧٥م.

كثافة الزراعة

تتراوح كثافة الزراعة المناسبة للذرة الفيشار بين ٢٠، و ٣٠ ألف نبات/فدان.

الحصاد

تُحصد الذرة الفيشار – عندما تنخفض نسبة الرطوبة فى الحبوب إلى ١٥–٢٠٪، ثم تجفف بعد الحصاد – بصورة طبيعية – على ألاّ يزيد الانخفاض فى نسبة الرطوبة بالحبوب عن ١٠٪ يوميًّا، حتى لا تتشقق الحبوب، وألا تزيد حرارة التجفيف عن ٣٢°م، ويستمر التجفيف إلى أن تصل نسبة الرطوبة فى الحبوب إلى ١٣,٥٪، حيث يمكن حينئذٍ فرطها بسهولة من الكيزان، كما تتفتق الحبوب بصورة جيدة، وهى تحتوى على هذه النسبة من الرطوبة. أما عند حصاد الذرة الفيشار، لأجل محصول البذور (التقاوى) .. فإنه يمكن إجراء الحصاد حينما تصل نسبة الرطوبة فى الحبوب إلى ٤٠٪ كما فى الذرة السكرية (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤).

الفصل الثانى عاشر

إنتاج الكاسافا

تنتمى الكاسافا إلى العائلة السوسبية (أو عائلة الكاسافا) Euphorbiaceae، وهى تضم نحو ٢٨٠ جنسًا، وحوالى ٨٠٠٠ نوع من النباتات العشبية، والشجيرات، والأشجار. تكون الأوراق – عادة – متبادلة ومؤذنة، وتتميز النباتات – غالبًا – بوجود اللبن النباتى latex بها. يتميز الغلاف الزهرى إلى كأس وتويج، ووحداته خماسية، وقد يكون التويج غائبًا، وقد تكون الأزهار عارية بدون غلاف زهرى. الأزهار صغيرة. يتساوى عدد الأسدية فى الزهرة المذكرة مع عدد وحدات الغلاف الزهرى، أو يكون ضعفها، أو أكثر من الضعف، وقد توجد أحيانًا سداة واحدة فقط (كما فى أم اللبن). يكون المتاع علويًّا فى الزهرة المؤنثة، ويتكون من ثلاث كرابل ملتحمة، بكل منها بويضة أو بويضتان. الثمرة منشقة رجما – عادة – تنشق إلى ثلاث ثميرات قد تنفصل عن بعضها. يتبع هذه العائلة عدد من النباتات الاقتصادية، مثل: الكاسافا، والخروع، وشجرة المطاط التى يستخرج منها الكاوتشوك، ونبات الزينة بنت القنصل (العروسى ووصفى ١٩٨٧).

تعريف بالمحصول وأهميته

تعرف الكاسافا فى الإنجليزية بعدة أسماء، منها: Cassava، و Manioc، و Yuca، و Tapioca، وتسمى علميًّا *Manihot esculenta* Crantz.

الموطن

يوجد المحصول ناميًا بحالة برية فى موطنه الأصلى بشمال منطقة الأمازون بالبرازيل، وتعد منطقة جنوب غرب المكسيك – كذلك – إما موطنًا للمحصول، أو مركزًا لتنوعه.

ويعتقد بنشأة الكاسافا المنزرعة من تحت النوع *M. esculenta* spp. *flabellifolia*

الذى ينمو بريًا فى البرازيل ويشكل جزءًا من التنوع الوراثى للمحصول المزروع، كما يعد *M. pruinosa* – الذى ينمو كذلك بريًا فى البرازيل – أقرب الأنواع للكاسافا، ومن الصعب كثيرًا تمييزه عن تحت النوع *flabellifolia* (Allem ١٩٩٩).

ويمكن الإطلاع على التفاصيل الخاصة بموطن المحصول وتاريخ زراعته فى Purseglove (١٩٧٤).

الاستعمالات والقيمة الغذائية

تزرع الكاسافا لأجل جذورها التى تعتبر غذاءً رئيسيًّا فى المناطق الاستوائية من العالم، وهى تؤكل مثل البطاطس، ويصنع من دقيق الكاسافا نوع خاص من الخبز، وتجهز منها أنواع كثيرة من الأغذية التى يمكن الإطلاع على تفاصيلها فى Purseglove (١٩٧٤).

إن جذور الكاسافا تكون – غالبًا – بيضاء اللون من الداخل، إلاّ أنها قد تكون – أحيانًا – صفراء اللون فى بعض الأصناف، وهى هشة أو قصِمة crispy عندما تحصد فى الوقت المناسب، ولكنها تصبح متليفة ومتخشبة إذا ما تركت دون حصاد لفترة طويلة.

وعلى الرغم من أن الجذور المتدرنة هى الجزء النباتى الرئيسى المستعمل فى الغذاء، والذى يزرع من أجله المحصول، فإن الأوراق الغضة القمية للنبات من الأصناف الحلوة تستعمل – هى الأخرى – فى غذاء الإنسان فى إفريقيا وأمريكا الجنوبية. وفى زائير يزداد الإقبال على استهلاك أوراق نباتات الكاسافا المصابة بفيروسات الموزايك عن أوراق النباتات السليمة؛ ذلك لأنها تكون أحلى طعمًا وأكثر غضاضة، كما يقل محتواها من الجلوكوسيدات السيناوجينية عن أوراق النباتات غير المصابة بتلك الفيروسات. وفى الصين .. تستخدم أوراق الكاسافا فى تغذية ديدان الحرير.

يحتوى كل ١٠٠ جم من جذور الكاسافا المقشرة على ٦٢ جم رطوبة، و ١,٤ جم رمادًا، و ٣٢–٣٥ جم مواد كربوهيدراتية، و ٠,٧–٢,٦ جم بروتينًا، و ٠,٣ جم دهونًا. وتعد الجذور غنية بكل من الكالسيوم وحامض الأسكوربيك الذى يبلغ محتواه ٣٠–٣٥ مجم/١٠٠ جم، كما تعد الأوراق غنية بالبروتين وفيتامين أ.

وقد تراوح المحتوى البروتينى للجذور في ١٥ صنفًا من الكاسافا بين ٠,٥، و ١,٩٪ على أساس الوزن الجاف (Yeoh & Truong ١٩٩٦).

كما تراوح محتوى الجذور من النشا – على أساس الوزن الرطب – بين ٥٪، و ٤٠٪ حسب الصنف، والظروف البيئية، وعمر النبات. ويتكون نشا الكاسافا من ١٣–٢١٪ أميلوز، وهو سهل الهضم ويعد بديلاً لنشا الذرة والشعير.

ويتراوح المحتوى البروتينى فى الأوراق بين ١٩٪، و ٤٠٪ على أساس الوزن الجاف، إلا أن بروتين الكاسافا يعد – بصورة عامة – فقيرًا فى الأحماض الأمينية الغنية في الكبريت، وخاصة المثيونين (عن O'Hair ١٩٩٠).

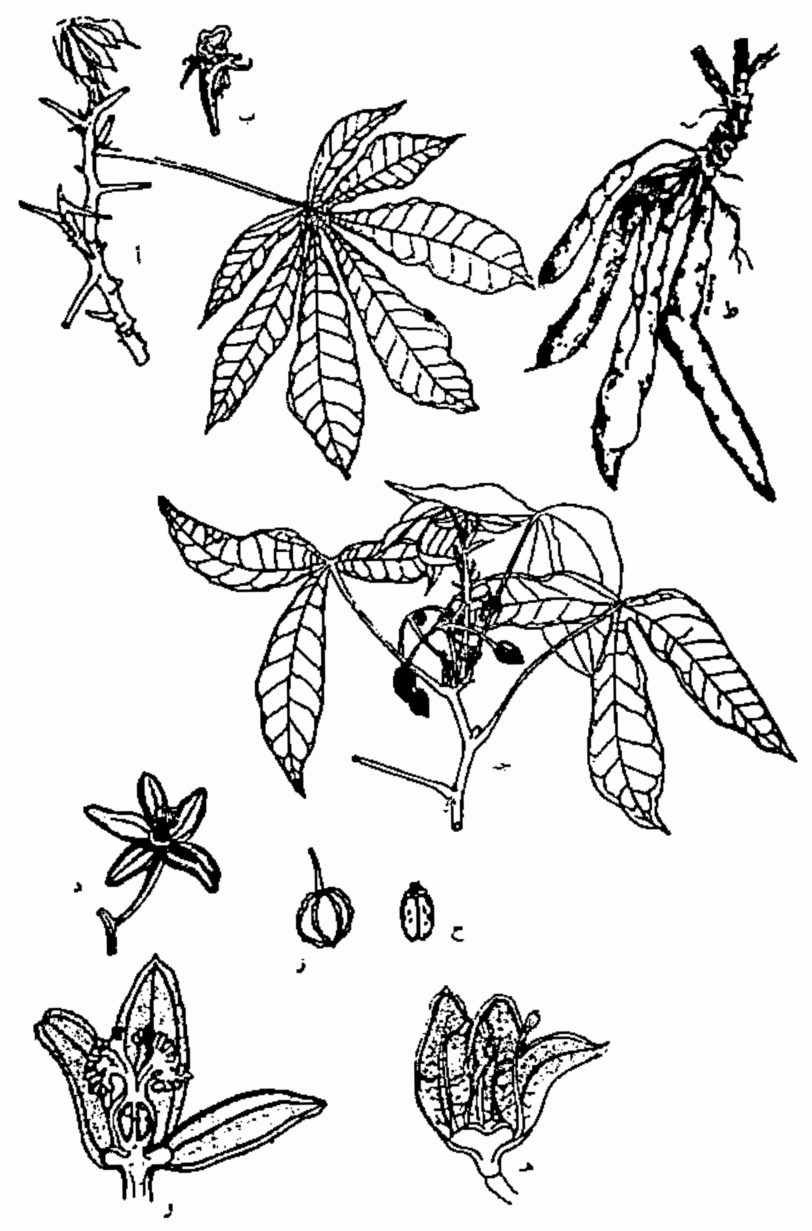
وتتميز أوراق الكاسافا – كذلك – بارتفاع محتواها من حامض الأسكوربيك، والكاروتين، والبروتين (٣٠٪ على أساس الوزن الجاف). وإذا ما كانت الزراعة لأجل الأوراق فقط فإن محصول الفدان من الأوراق يمكن أن يزيد عن ثمانية أطنان.

الأهمية الاقتصادية

بلغت المساحة الإجمالية المزروعة بالكاسافا فى العالم عام ١٩٩٩ نحو ١,٦٥٧٩ مليون هكتار، وكان معظمها في قارة أفريقيا (١٠,٨٢٤ ملايين هكتار)، وآسيا (٣,٢٧٧ ملايين هكتار)، وأمريكا الجنوبية (٢,٢٦٧ مليون هكتار). وكانت أكثر الدول من حيث المساحة المزروعة، هى: نيجيريا (٣,٠٥٠ مليون هكتار)، فالكونجو (٢,١٠٠ مليون هكتار)، فالبرازيل (١,٥٨٦ مليون هكتار)، فإندونيسيا (١,٢٠٥ مليون هكتار)، فتايلاند (١,٠٦٥ مليون هكتار). وكانت السودان هى الدولة العربية الوحيدة التى زرعت بها الكاسافا فى مساحة يعتدد بها (٦ آلاف هكتار). ومن بين هذه الدول كانت أعلى إنتاجية للهكتار فى تايلاند (١٥,٥ طنًا)، فالبرازيل (١٣,٢ طنًا)، فإندونيسيا (١٢,٨ طنًا). وقد بلغ متوسط الإنتاج العالمى ١٠,١ أطنان للهكتار (FAO ١٩٩٩).

الوصف النباتى

إن الكاسافا نبات شجيرى معمر، ولكن زراعتها تجدد سنويًا، ويوجد اللبن النباتى فى جميع أجزائها (شكل ١٢–١).



شكل (١٢-١): الأجزاء النباتية المختلفة للكاسافا: (أ) جزء صغير من الساق تظهر عليه ورقة، (ب) قاعدة ورقة تظهر بها الأذينات، (جـ) جزء من الساق يحمل الأزهار، (د) زهرة مؤنثة، (هـ) قطاع طولى فى زهرة مذكرة، (و) قطاع طولى فى زهرة مؤنثة، و (ز) ثمرة، و (حـ) بذرة، و (ط) الجذور المتدرنة (عن Purseglove ١٩٧٤).

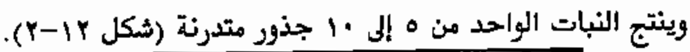
الجذور

تتكون جذور الكاسافا – وهى عرضية – على العقل الساقية التى تستعمل فى زراعة المحصول. أما النباتات التى تنتج من زراعة البذور فإنها تعطى جذورًا وتدية قوية، تعطى – بدورها – جذورًا ثانوية. تتضخم هذه الجذور أثناء النمو النباتى، ويبدأ التضخم فى بعض الجذور القريبة من قاعدة النبات بترسيب النشا فى برانشيمية الخشب الثانوى بداية من بعد الزراعة بنحو ٢٠ يومًا، وتكون بداية التضخم فى الجزء القريب من النبات، ثم يتقدم نحو الطرف البعيد.

تختلف الجذور الخازنة فى شكلها، ولكنها تكون غالبًا أسطوانية أو مستدقة، وقد تكون متفرعة أحيانًا.

يتصل الجذر المتضخم بقاعدة ساق النبات بجزء صغير متخشب من الجذر، وتتعمق الجذور المتدرنة فى التربة حتى ٤٥–٦٠ سم.

يتراوح طول الجذر الواحد من ١٥ إلى ١٠٠ سم ويتراوح قطره بين ٣، و ١٥ سم، ووزنه – تبعًا لعمر الجذر – من جرامات قليلة إلى ١٥ كجم.



وينتج النبات الواحد من ٥ إلى ١٠ جذور متدرنة (شكل ١٢–٢).



شكل (١٢–٢): جذور صنف محسن من الكاسافا (عن Inter. Inst. Trop. Agr. ١٩٨٣).

وتظهر الأنسجة التالية (من الخارج إلى الداخل) فــى القطــاع العرضــى لجذر الكاسافا:

١ – الجلد الخارجى outer skin الذى يتكون من البيريدرم periderm.

٢ – طبقة فلينية Cork layer قد تكون خشنة، أو ناعمــة، وتتبـاين فـى اللـون بـين الأبيـض، والبنــى الفـاتح، والبنــى القـاتم، والأحمـر الـوردى، وهـى تشـكل مـع الجلـد الخارجى حوالى ٣٪ من وزن الجذر.

٣ – القشرة Cortex، وهى طبقة رقيقة تكون بيضاء اللون عادة، وقد يظهر بــها لـون بنى فاتح، أو وردى فاتح أحيانًا، وهى تتكون من خلايا اسكليرونشيمية ولحاء، وتشكل حوالى ١٢٪ من وزن الجذر.

٤ – القلب Core أو النخــاع Pith، أو النسـيج البرانشـيمى وهـو يتكـون مـن خلايـا برانشيمية غنية بالنشا، تتخللها حزم وعائية قليلة، وقنوات لبنية، ويكون القلـب عـادة أبيض اللون، إلا أنه قد يكون أصفر أو مـائلاً إلى الحمـرة الخفيفـة أحيانًـا، وهـو الجـزء الذى يســتعمل فـى الغـذاء، ويشـكل حـوالى ٨٥٪ مـن وزن الجـذر (عـن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨، و Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

الساق والأوراق

تنمـو ســاق الكاســافا متخشـبة، وقائمـة لارتفـاع ١٢٠–٣٠٠ سم، وتكــون متفرعــة أسطوانية ملساء، تحمل الأوراق فى قمتــها، بينمـا تظـهر آثـار الأوراق leaf scars علـى الجزء السفلى من الساق.

الأوراق بسيطة راحية التفصيص، تتكـون مـن ٣–٩ فصـوص أو أكـثر، والتفصيـص عميق، وهى كاملة الحافة ومعنقة، والعنق أطول من النصل عادة، ويتراوح طوله مــن ٥–٣٠ سم (شكل (١٢–١).

الأزهار والتلقيح

يحمل النبات نورات راسيمية فى أطراف الفروع، يتراوح طولهـا بـين ٣ و ١٠ سم، ويعدّ النبات وحيد الجنس وحيد المسكن – توجد كل من الأزهار المذكرة والأزهار المؤنثــة

فى نفس النورة، وتكون الأزهار المؤنثة أكبر حجمًا. يتكون الكأس من خمس سبلات، ولا يوجد تويج. تحتوى الأزهار المذكرة على عشر أسدية فى محيطين، ويتكون مبيض الزهرة المؤنثة من ثلاث كرابل.

تتفتح الأزهار المؤنثة – فى النورة الواحدة – قبل أن تتفتح الأزهار المذكرة بنحو ٧–٨ أيام، والتلقيح السائد هو التلقيح الخلطى بالحشرات.

الثمار والبذور

ثمرة الكاسافا علبة، توجد بها ست زوائد تشبه الأجنحة، يبلغ طول كل منها ١,٥ سم، وتوجد بها ثلاث بذور، تنتثر عند تفتح الثمار، وهى رمادية اللون مبرقشة بالأسود، ويبلغ طولها ١,٢ سم (Kay ١٩٧٣، و Purseglove ١٩٧٤، و Rogers ١٩٧٤).

الأصناف

يوجد أكثر من ١٠٠ صنف من الكاسافا (Kay ١٩٧٣)، تنتشر زراعتها فى المناطق الاستوائية من العالم، ومعظمها محلية الانتشار، وتأخذ أسماء محلية فى المناطق التى تزرع فيها بمختلف دول العالم، وذلك باستثناء تلك التى تنتجها مراكز البحوث الدولية.

وتفضل الأصناف التى تنمو سيقانها مستقيمة لأعلى لفترة قبل تفرعها حتى تسهل خدمتها.

ويقسم البعض (Salunkhe & Kadam ١٩٩٨) أصناف الكاسافا إلى ثلاث مجاميع على أساس محتواها من السيانيد فى الجزء المستعمل فى الغذاء من الجذور، وهى: حلوة أو غير سامة (أقل من ٥٠ مجم/كجم وزن طازج)، ومتوسطة (٥٠–١٠٠ مجم/كجم وزن طازج)، ومرة أو سامة (أكثر من ١٠٠ مجم/كجم وزن طازج)، والأصناف الحلوة هى التى تستعمل كغذاء للإنسان، بينما تستعمل الأصناف المرة فى استخراج النشا وكغذاء للحيوان.

نجد فى أصناف الكاسافا الحلوة أن تواجد حامض الأيدورسانيك يقتصر على قشرة

الجذر (الفيللودرم phelloderm)، بينما نجد فى الأصناف المرة أن الحامض ينتشر فى جميع أجزاء الجذر.

كذلك تقسم أصناف الكاسافا حسب المدة التى تلزم لإكمال نموها إلى مجموعتين، كما يلى:

١ – أصناف ذات موسم نمو قصير، وهى تنضج فى خلال ستة أشهر من الزراعة، ولا يجوز تأخير حصادها عن ١١ شهرًا، وهى تكون – عادة – من الأصناف الحلوة.

٢ – أصناف ذات موسم نمو طويل، وهى تنضج فى خلال سنة على الأقل، ويمكن أن يترك بعضها دون حصاد لمدة ٣–٤ سنوات، دون أن تتدهور نوعية جذورها بدرجة ملحوظة.

وعلى الرغم من أن الكاسافا نبات ثنائى التضاعف فيه ٢ن = ٢س = ٣٦ .. فقد أمكن فى الهند إنتاج أول الأصناف الثلاثية التضاعف (٢ن = ٣س = ٥٤)، وذلك بتهجين نباتات كاسافا ثنائية (٢ن = ٣٦) بأخرى رباعية التضاعف (٢ن = ٤س = ٧٢)، وقد أعطى الصنف الجديد الاسم Sree Harsha. تميز هذا الصنف بتفوقه فى محصول الدرنات، وفى محتواها من النشا وصفاتها الأكلية، كذلك تميزت نباتاته بقوة النمو، والنمو القائم، والأوراق العريضة (Sreekumari وآخرون ١٩٩٩).

التربة المناسبة

تنمو الكاسافا فى أنواع كثيرة من الأراضى، ولكن أفضل الأراضى لزراعتها هى الطميية الرملية الخصبة الجيدة الصرف. وتؤدى زيادة الخصوبة فى الأراضى الثقيلة إلى زيادة النمو الخضرى على حساب النمو الجذرى، ويقل المحصول كثيرًا فى الأراضى الملحية والرديئة الصرف.

وينخفض محصول الكاسافا بشدة – كذلك – بزيادة نسبة التشبع بالصوديوم عن ٢,٥٪، وبزيادة درجة التوصيل الكهربائى للتربة عن ٠,٥–٠,٧ ديسى سمينز/م (عن Norman وآخرين ١٩٩٥).

ويمكن لنبات الكاسافا النمو فى مجال pH للتربة يتراوح بين ٤,٤، و ٨,٠، ولكن المحصول ينخفض بشدة بارتفاع الـ pH عن ذلك.

وقد أدى انضغاط التربة إلى زيادة المساحة الورقية، ولكنه أدى – كذلك – إلى تقليل كفاءة إنتاج الدرنات، وتقليل نمو الجذور الليفية، وخاصة فى المراحل الأولى من النمو النباتي. وعلى الرغم من ذلك .. فإن انضغاط التربة لم يكن بذى تأثير على وزرن الجذور الدرنية بعد ١٣٤ يومًا من الزراعة (Maduakor ١٩٩٣).

الجو المناسب

يحتاج نبات الكاسافا إلى جو دافئ خالٍ من الصقيع، لمدة لا تقل عن ثمانية أشهر. وتتراوح درجة الحرارة المثلى للنمو من ٢٥-٢٩°م، بينما يقف النمو فى حرارة ١٠°م، ويؤدى الصقيع إلى موت النباتات، ويقل المحصول فى حرارة أعلى من ٢٩°م. ويجود المحصول فى الجو الرطب كما فى المناطق الاستوائية.

ويتراوح المجال الحرارى المناسب لإنبات العقل وتبرعمها بين ٢٨، و ٣٠°م، ويكون التبرعم بطيئًا فى أقل من ٢٠°م، ويتوقف فى ١٢-١٨°م، كما تبلغ الحرارة القصوى للتبرعم ٣٦-٤٠°م.

تعتبر الكاسافا من نباتات النهار القصير بالنسبة لتكوين الجذور الدرنية التى يقل إنتاجها فى حالة زيادة الفترة الضوئية عن ١٠-١٢ ساعة؛ لذا .. فإن زراعته تكون ناجحة فيما بين خطى عرض ١٥° شمالاً، و ١٥°م جنوبًا، وإن كان يزرع حتى ٣٠° شمالاً وجنوبًا.

مواعيد الزراعة

يمكن زراعة الكاسافا فى مصر خلال شهر مارس، حتى يكون النمو الخضرى خلال الربيع والصيف، والنمو الجذرى عند قصر النهار خلال فترة الخريف.

طرق التكاثر

التكاثر بالعقل الساقية

تتكاثر الكاسافا بالعقل الساقية stakes، وتؤخذ العقل من الأجزاء الناضجة من النبات مثل قاعدة الساق، ومنتصفها، على ألا يقل عمرها عن عشرة شهور؛ وذلك لأن المحصول يزيد بزيادة عمر العقل المستعملة فى الزراعة. يتراوح سمك العقلة المناسبة بين ٢,٥ و ٤ سم، وطولها من ٢٠-٣٠ سم (يتراوح طول العقل التى تستعمل فى البرازيل من ٤٥-٦٠ سم)، ويجب أن تحتوى على ثلاث عيون على الأقل. ويمكن تخزين العقل - عند الضرورة - لمدة ثمانية أسابيع فى مخازن باردة جيدة التهوية.

يجب انتخاب عقل الزراعة من النباتات الخالية من الأمراض والعالية المحصول. وتعد العقل المسنة، والسميكة، والطويلة أفضل من غيرها بسبب كثرة مخزونها الغذائى، إلاّ أن العقل المتقدمة فى السن غالبًا ما تكون مصابة بالفيروسات. وكحلٍ وسط .. فإن العقل تؤخذ غالبًا من الأجزاء الوسطى من السيقان المتخشبة التى تقل فيها احتمالات الإصابات الفيروسية (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

وقد كان نمو النباتات التى نتجت من العقل القاعدية والعقل الطويلة (٤٠ سم) - خلال الأسابيع الأولى بعد الزراعة - أفضل مما فى النباتات التى نتجت من زراعة العقل الطرفية والقصيرة (١٢ أو ٢٠ سم) (Raffaillac ١٩٩٢).

وجدير بالذكر أن العقل الساقية التى يُحصل عليها لغرض التكاثر من نباتات كانت تنمو فى أرض غير خصبة تكون أبطأ نموًّا عن تلك التى يُحصل عليها من نباتات كانت مسمدة جيدًا.

وتلزم حوالى ٤٢٠٠ إلى ٨٤٠٠ عقلة لزراعة الفدان.

التكاثر بالبذور

يفيد إكثار الكاسافا باستعمال البذور الحقيقية فى الحد من تراكم الإصابات الفيروسية، وهى التى تشكل مشكلة كبيرة عند الإكثار الخضرى. كذلك يفيد الإكثار البذرى فى حل مشاكل تخزين العقل الساقية، وانخفاض معدل الإكثار الخضرى، وطول

دورة النمو. وقد أظهرت الدراسات تماثل محصول النباتات التى نتجت من التكاثر الجنسى مع تلك التى نتجت من التكاثر الخضرى (Iglesias وآخرون ١٩٩٤)، إلاّ أنه يعاب على التكاثر الجنسى كثرة التباينات الوراثية بين النباتات التى يتحصل عليها من زراعة البذور.

الزراعة

يوصى بغمس العقل فى مطهر فطرى قبل زراعتها.

تزرع العقل على خطوط بعرض ١٠٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ٧ خطوط فى القصبتين) على مسافة ٥٠ سم من بعضها البعض، وتوضع العقل فى التربة عمودية أو بزاوية مقدارها ٣٠-٤٥°، مع غرس ثلثا طولها (١٠-١٥ سم) فى الأرض. ويمكن زراعة العقل أفقيًّا فى المناطق القليلة الأمطار، مع جعلها على عمق ٥-١٠ سم.

تجب مراعاة قطبية العقل عند غرسها فى التربة، فتكون قاعدتها إلى أسفل، وإلاّ فإن نموها يكون ضعيفًا. ويفيد الغرس الرأسى للعقل فى المناطق المطرة فى تجنب إصابتها بالأعفان.

وتؤدى زراعة العقل الساقية أفقيًّا إلى كثرة إنتاج الجذور الخازنة قريبًا من سطح التربة عما فى حالة زراعة العقل عمودية أو مائلة.

يستغرق التبرعم - عادة - من أسبوع واحد إلى أربعة أسابيع تبعًا لدرجة الحرارة. ومع نمو البراعم التى توجد على العقل الساقية يتكون الكالس على القَطْعِ فى قاعدة العقلة، حيث تتكون منه الجذور العرضية التى تظهر بكثرة عند قاعدة العقلة، كما تظهر - كذلك - الجذور العرضية من العقد الموجودة أسفل سطح التربة للنموات الخضرية الجديدة.

عمليات الخدمة

الترقيع

ترقع الجور الغائبة بعد أسبوعين من الزراعة، حيث يكون الإنبات قد اكتمل خلال هذه الفترة.

العزق

يجرى العزق بغرض التخلص من الأعشاب الضارة، وتغطية السماد، ونقل جزء من تراب الريشة غير المستعملة فى الزراعة إلى الريشة المزروعة، حتى تصبح النباتات فى وسط الخط بعد العزقة الأخيرة. يبدأ العزق أثناء المراحل الأولى للنمو النباتى، ويستمر إلى أن تظلل النباتات سطح التربة، وتصبح منافسة للحشائش. يحتاج الحقل عادة إلى ٢-٣ عزقات، على أن تكون العزقات سطحية؛ لأن جذور النبات تنمو قريبة من سطح التربة.

الرى

يتحمل النبات الظروف القاسية، ولكن توفير الرطوبة الأرضية بانتظام يؤدى إلى زيادة المحصول.

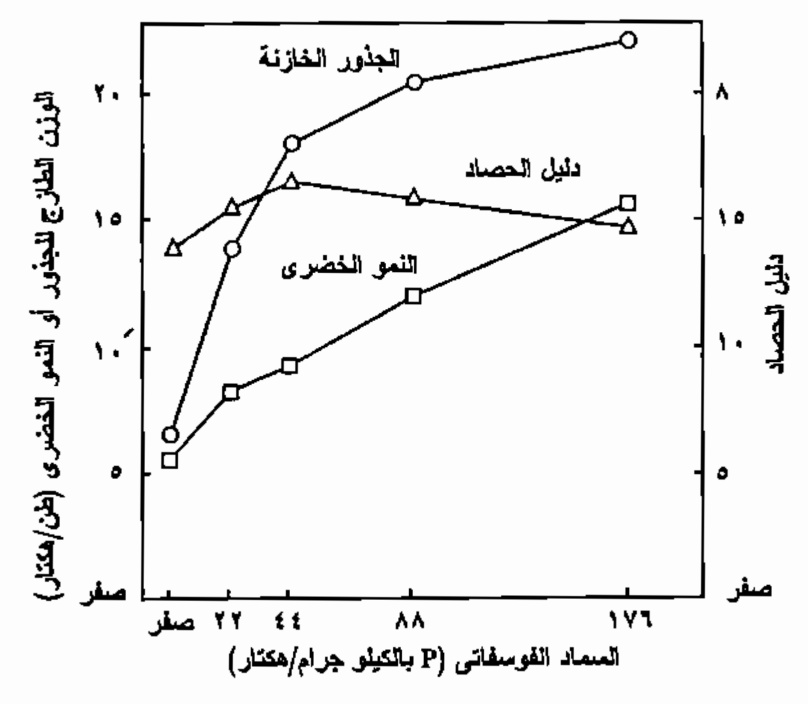
التسميد

تعد الكاسافا من أكثر النباتات تحملاً لنقص النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم، والكالسيوم فى التربة، ويرجع ذلك إلى تشعب وتعمق جذورها التى يمكنها امتصاص احتياجات النبات من العناصر من حيز كبير وعميق من التربة.

وتجدر الإشارة إلى أن الإفراط فى التسميد الآزوتى يعمل على تحفيز النمو القمى على حساب النمو الجذرى، إلاّ أن التسميد الآزوتى المعتدل ضرورى للنمو الجيد.

ويمكن للكاسافا أن تنمو فى الأراضى الفقيرة فى عنصر الفوسفور بسبب تكوينها لعلاقة قوية مع فطريات الميكوريزا التى تمد النباتات باحتياجاتها من العنصر، ولكن يتعين التسميد الفوسفاتى فى الأراضى التى يقل محتواها من الفوسفور الميسر عن ٤-٥ أجزاء فى المليون (Howeler ١٩٩٦).

تستجيب الكاسافا بشدة للتسميد بالفوسفور عند نقصه فى التربة (شكل ١٢-٣). وهى تعد من النباتات المنخفضة الكفاءة فى الحصول على احتياجاتها من العنصر من التربة؛ لذا .. يلزمها التسميد الجيد - بأكثر من حاجة النباتات من العنصر - لكى يمكنها الحصول على حاجتها منه.



شكل (١٢-٣): تأثير التسميد بالفوسفور - فى تربة فقيرة فى العنصر - على النمو القمى والدرن ودليل الحصاد harvest index فى الكاسافا (عن Norman وآخرين ١٩٩٥).

يزداد امتصاص الكاسافا من الفوسفور بزيادة معدل التسميد بالعنصر كما أسلفنا، وتتباين الأصناف فى مدى تلك الاستجابة؛ الأمر الذى يرجع إلى اختلافها فى كثافة نموها الجذرى (Pellet & El-Sharkawy ١٩٩٣).

وتستجيب نباتات الكاسافا - كذلك - للتسميد بالبوتاسيوم، الذى يعمل على زيادة نسبة الجذور إلى النمو القمى، وزيادة تركيز النشا فى الدرنات، وانخفاض تركيز حامض الأيدروسيانيك.

ويعد الزنك من أهم العناصر الدقيقة التى تحتاجها الكاسافا.

ويبين جدول (١٢-١) كميات العناصر التى تمتصها نباتات الكاسافا من كل هكتار من الأرض، موزعة على كل من النمو القمى والدرنات.

جدول (١٢-١): كميات العناصر التى تحصل عليها نباتات الكاسافا (النمو القمى والجذور) من الهكتار الواحد (للتحويل إلى كميات/فدان يقسم على ٢,٣٨).

العنصر	كمية العنصر (كجم)		
	فى النمو القمى	فى الدرنات	الإجمالى
البوتاسيوم	١٢٤	٧٦	٢٠٠
النيتروجين	١٢٤	٣٨	١٦٤
الكالسيوم	٧١	٩	٨٠
الفوسفور	٢١	١٠	٣١
المغنيسيوم	٢٢	٩	٣١
الكبريت	—	٦	٦
الحديد	—	—	٣,٦
المنجنيز	—	—	١,٣٥
الزنك	—	—	١,٣٥
البورون	—	—	٠,٤٥
النحاس	—	—	٠,١٤

ويتباين المستوى المثالى للتسميد الآزوتى بين ٦٠، و ١٨٠ كجم N للهكتار (٢٥-٧٥ كجم N للفدان)، ويتوقف ذلك على الفترة التى تنقضى من الزراعة إلى الحصاد والصنف المزروع. وتؤدى زيادة مستوى التسميد الآزوتى عن ٢٠٠ كجم/هكتار (٨٤ كجم N/فدان) إلى نقص المحصول. كما تسمد الكاسافا – عادة – بنحو ٣٥-٥٠ كجم من K_2O للفدان، وذلك فى الأراضى التى يقل محتواها من البوتاسيوم المتبادل عن ٦٠ جزءًا فى المليون.

الفسيولوجى

التأثير الفسيولوجى لنقص الرطوبة الأرضية

نجد فى ظروف الجفاف أن نبات الكاسافا يُسقط أوراقه، ثم يكون أوراقًا جديدة عندما تتوفر الرطوبة فى التربة. ويعد إسقاط الأوراق وسيلة النبات لتحمل الجفاف، وخلافًا على ما يعتقده الكثيرون، فإن النبات يستهلك المياه – عند توفرها – بصورة عادية. وفى إحدى الدراسات تراوح استعمال النبات للماء خلال سبعة شهور من النمو

من ٢٤٠ ملليمترا (١٠٠٨م³/فدان) عند شد رطوبى قدره –١ ميجا باسكال إلى ١٠٢٠ ملليمتر (٤٢٨٥م³/فدان) عند السعة الحقلية، وكان أعلى معدل لاستعمال المياه هو ٤–٥ ملليمترات يوميًّا (١٦٫٨–٢١م³/فدان يوميًّا). ويؤدى النمو تحت ظروف الشدِّ الرطوبى إلى انخفاض نسبة المادة الجافة التى تتجه إلى الجذور.

ومن بين الأسباب الأخرى لقدرة الكاسافا على تجنب أضرار الجفاف تعمق جذورها فى التربة، وقدرة درناتها على البقاء فى التربة بحالة جيدة (عن Norman وآخرين ١٩٩٥).

وفى إحدى الدراسات .. أدى تعرض نباتات الكاسافا من صنف CM 1585-13 لنقص فى الرطوبة الأرضية لمدة ٤٥ يومًا إلى إحداث نقص جوهرى فى كل من النمو الخضرى ودرجة توصيل الثغور stomatal conductance، وإلى زيادة فى معدل سقوط الأوراق مقارنة بما حدث فى نباتات المقارنة التى حصلت على حاجتها من الرطوبة، إلاّ أن الحالة المائية للأوراق المتبقية لم تتأثر بظروف الجفاف. كذلك ظهر تدل بأوراق النباتات التى تعرضت للنقص الرطوبى؛ مما يعنى خفض كمية الطاقة الشمسية التى استقبلتها تلك الأوراق فى منتصف النهار؛ الأمر الذى قد يفيد حساسية تلك الأوراق للإشعاع الشمسى (Calatayud وآخرون ٢٠٠٠).

كذلك يؤثر التعرض لظروف الجفاف على نوعية النشا فى الجذور، يظهر على صورة نقص فى القوام العجينى للنشا (Sriroth وآخرون ٢٠٠١).

النمو النباتى

النمو الخضرى

تتوقف المساحة الورقية للنبات على الكثافة النباتية، وسرعة التفريع، ومعدل إنتاج الأوراق، وفترة حياتها leaf area duration.

تؤدى زيادة الكثافة النباتية – التى تؤدى إلى زيادة دليل مساحة الورقة – إلى نقص كل من عدد الجذور بالنبات، ووزن الدرنات المفردة.

ويحدث التفريع الأول – عادة – بعد ٦٠ يومًا من الزراعة، ثم كل ٤٤–٥٠ يومًا بعد

ذلك. وقد يصل دليل مساحة الورقة leaf area index إلى ٤ بعد نحو ٢٠ أسبوعًا من الزراعة، وقد يصل إلى ٨,٠، ولكنه ينخفض إلى ١,٠ فى نهاية موسم النمو الأول، ثم يرتفع إلى ٤,٠ فى موسم الأمطار التالى.

وتتباين فترة حياة الأوراق باختلاف الأصناف من ٨٠ إلى ٢٠٠ يوم فى حرارة ٢٠°م، ومن ٦٠ إلى ١٢٠ يومًا فى حرارة ٢٤°م، ومن ٦٠ إلى ٨٠ يومًا فى حرارة ٢٨°م. وتقل فترة بقاء الأوراق عند التعرض لظروف الجفاف، أو الحرارة المنخفضة، وقد تسقط جميع أوراق النبات فى الظروف البيئية القاسية. ويتناسب محصول جذور البطاطا إيجابيًا مع فترة بقاء الأوراق على النبات.

يمكن إطالة فترة النمو النباتى بتطعيم النوع *Manihot glaziovii* على الكاسافا (*M. esculenta*)؛ حيث يكون الطُعم قوى النمو، وتزداد فيه المساحة الورقية كثيرًا وتمتد لفترة طويلة؛ مما يؤدى إلى زيادة محصول الجذور حتى ٩٦ طنًا/هكتار (عن Norman وآخرين ١٩٩٥).

قد تنخفض نسبة المادة الجافة التى تدخل الدرنات مع زيادة دليل مساحة الورقة، وقد لا توجد علاقة بينهما، أو قد تكون بينهما علاقة إيجابية؛ ومرد ذلك أن انتقال المادة الجافة إلى الدرنات يكون منخفضًا عند ارتفاع معدل النمو النباتى، وارتفاع الحرارة، وزيادة طول الفترة الضوئية، وعندما يكون دليل مساحة الورقة عاليًا أو شديد الانخفاض.

النمو المحصولى

يبلغ معدل النمو المحصولى crop growth rate ٢١٠–٢٤٠ كجم/هكتار يوميًّا (حوالى ٨٨–١٠٠ كجم/فدان يوميًّا)، ويبلغ هذا المعدل أقصاه فى حرارة ٢٩°م نهارًا مع ٢٤°م ليلاً. ويبلغ البناء الضوئى أقصى معدل له فى حرارة تتراوح بين ٢٥، و ٣٥°م.

ويتحدد معدل النمو المحصولى (C) فى موسم النمو الأول (بالجرام/م٢ يوميًّا) بكل من شدة الإضاءة (S) بالميجا جول/م٢ يوميًّا $MJm^{-2}d^{-1}$، ودليل المساحة الورقية (L) حسب المعادلة التالية:

$$C = 0.11S \times L - 0.12L^2 + 1.8S - 0.048S^2 + 0.78L - 15$$

علمًا بأن r^2 = ٠,٨٨ (عن Norman وآخرين ١٩٩٥).

نمو الجذور الخازنة

تؤدى الزراعة السطحية للعقل إلى تكوين الجذور عند العقد السفلى فى خلال ٥-١٠ أيام من الزراعة. وعادة .. يلاحظ ترسب النشا في الجذور بداية من الزراعة بنحو ٢٥ يومًا. ويتحدد عدد الجذور التى تتضخم بكل نبات فى خلال الشهور الثلاثة الأولى من الزراعة، بينما تبدأ الزيادة فى أحجام الجذور فى خلال الشهر الثانى بعد الزراعة.

تحفز الفترة الضوئية القصيرة (١٠-١٢ ساعة) زيادة الجذور فى الحجم، ولكنها لا تؤثر فى أعداد الجذور المتدرنة، التى يتراوح عددها - عادة - بين ٥، و ٢٠ جذرًا.

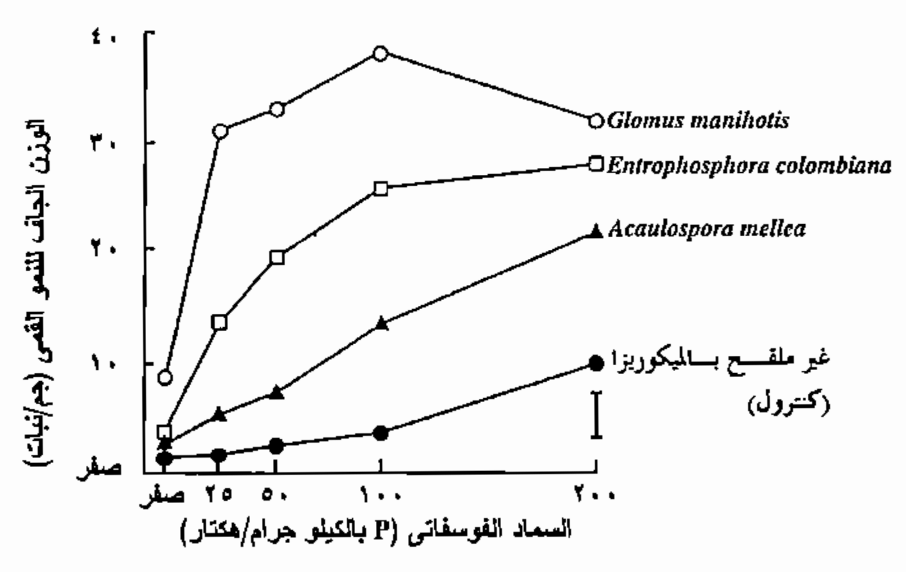
ويصل الوزن الجاف للدرنات ومحتواها من النشا إلى أعلى مستوى لهما - عادة - بعد نحو ١٢ شهرًا من الزراعة عندما تكون الرطوبة الأرضية متوفرة بانتظام، ولكن الأمر يختلف فى المناطق التى تتعرض فيها النباتات لموسم ممطر، ثم لموسم جاف؛ حيث يمكن أن تصل الجذور إلى أحجام مقبولة فى خلال ستة شهور من الزراعة، إلا أن النبات يحقق أقصى نمو له فى نهاية الموسم المطر، ثم يفقد أوراقه، خلال موسم الجفاف، ثم يكون نموات جديدة إلى حين الحصاد بعد ١٤-٢٤ شهرًا من الزراعة (عن Norman وآخرين ١٩٩٥).

أهمية فطريات الميكوريزا

تعد الكاسافا شديدة الاعتماد على فطريات الميكوريزا لأجل الحصول على احتياجاتها من عنصر الفوسفور (شكل ١٢-٤)، وكذلك عناصر البوتاسيوم، والكبريت، والزنك.

المركبات السامة والمرارة

تحتوى جميع أصناف الكاسافا على جلوكوسيدات سيانوجية Cyanogenic Gulcosides سامة، أهمها: اللينامارين linamarin، واللوتاستر الين lautastralin. ويتكون المركب السام، وهو حامض الأيدوسيانيك hydrocyanic acid (HCN)، عندما تتحلل هذه الجلوكسيدات بفعل الإنزيمات التى تعمل عليها مثل إنزيم اللينماريز linmarase. يقل نشاط هذا الإنزيم أثناء نمو الجذور، ويزيد أثناء التخزين.



شكل (١٢-٤): علاقة النمو القمى لنباتات الكاسافا بمستوى التسميد الفوسفاتى فى وجود أنواع مختلفة من فطريات الميكوريزا (عن Norman وآخرين ١٩٩٥).

يتم تمثيل اللينامارين linamarin، واللوتاسترالين lautastralin فى نباتات الكاسافا، من الحمضين الأمينين: فالين valine، وأيزوليوسين isoleucine، على التوالى. وتخزن هاتان المادتان فى فجوات السيتوبلازم. أما الإنزيم ليناماريز linamarase – وهو β-glucosidase – الذى يحللهما – فإنه يتواجد فى الجدر الخلوية. وتبعًا لذلك .. فإن المركبين والإنزيم لا يتصلان ببعضهما البعض فى الخلايا السليمة، ولكن عند سحق الأنسجة .. فإن تركيب الخلية يتضرر بدرجة تؤدى إلى اتصال الإنزيم بالجلوكوسيدات السيناوجينية. ويوجد إنزيم آخر – هو: hydroxynitrile lyase – يتولى تحليل الـ cyanohydrin وإنتاج السيانيد cyanide (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

يتراوح تركيز الحامض السام فى الجذور الطازجة بين ١٠ و ٣٧٠ مجم لكل كيلو جرام من الجذور، علمًا بأن تركيز ٥٠ مجم/١ كجم من الجذور يسبب بعض الآلام للإنسان، وتركيز ٥٠-١٠٠ جم/١ كجم يعد متوسط السمية، بينما تعد التركيزات الأعلى من ذلك شديدة السمية.

وقد قدر محتوى حامض الأيدروسيانيك بنحو ٥-٧٧ مجم/١٠٠ جم وزن طازج فى قشرة الجذور، وحوالى ١-٤٠ مجم فى الجذور المقشرة، و ٠,٣-٢٩ مجم فى الأوراق.

ويمكن أن يتراكم اللينامارين إلى تركيزات تصل إلى ٥٠٠ مجم/كجم وزن طازج في الجذور، وإلى تركيزات أعلى من ذلك في الأوراق.

ويزيد تركيز السيانوجينات السامة في الأوراق وبيريدرم الجذور عما في أنسجة الجذر البرانشيمية، ولا يوجد ارتباط بينهما في محتويهما من السيانوجينات.

وبينما يتوزع حامض الأيدروسيانيك السام في كل أجزاء الجذر في الأصناف المرة من الكاسافا، نجد أنه يتركز في القشرة الخارجية - فقط - في الأصناف الحلوة. ورغم أن تركيز الجلوكوسيدات السامة يزيد في الأصناف المرة عنه في الأصناف الحلوة .. إلا أنه لا توجد علاقة بين المرارة والسمية؛ نظرًا لأن المركبات المسئولة عن المرارة تختلف عن تلك المسئولة عن السمية، علمًا بأن المركبات المسئولة عن المرارة مازالت مجهولة (Jennings ١٩٧٦، و Pereira وآخرون ١٩٨١، و McMahon وآخرون ١٩٩٥).

ترتبط درجة مرارة الجذور إيجابيًا بمحتواها من المركبات الجلوكوسيدية السامة، وقد قدرت درجة الارتباط (r) بمقدار ٠,٧٧ بين المرارة والمحتوى الجلوكوسيدى في الجذر الواحد، و ٠,٨٧ بين المرارة ولوغاريتم المحتوى الجلوكوسيدى في الجذر الواحد، و ٠,٩٨ بين المرارة في جذور الصنف الواحد ومحتوى جذوره من الجلوكوسيدات (Saka وآخرون ١٩٩٨).

هذا .. وتستعمل كل من الأصناف الحلوة والمرة في الزراعة، وتكون الأصناف المرة هي المفضلة أحيانًا؛ لأنها أعلى محصولاً، وأكثر مقاومة لبعض الآفات المرضية والحشرية؛ ولأن زراعتها تكون ضرورية في المناطق الموبوءة بالخنازير؛ حيث لا تقبل عليها.

ولحسن الحظ أن الجلوكوسيدات السامة تكون قابلة للذوبان في الماء، وأن الإنزيم المسئول عن تكوين مركب اللينامارين linamarin - وهو الجلوكسيد الرئيسى - يتوقف نشاطه في حرارة ٥٠°م. ولذا .. فإن جذور الأصناف المرة من الكاسافا تنقع في الماء مع التخلص من ماء النقع.

وتؤدى معاملة الجذور بالحرارة أثناء إعدادها للاستهلاك بأية وسيلة - سواء أكانت

بالغلى فى الماء، أم بالتخمير، أم بالشىّ فى الأفران – إلى التخلص تمامًا من المركبات السامة (Pereira وآخرون ١٩٨١).

يتم التخلص من المركبات السيناوجينية أثناء إعداد الجذور للطهى، وذلك ببشرها ونقع مبشور الجذور فى الماء؛ حيث يؤدى ذلك إلى التقاء الإنزيم مع الليناMarين linamarin، لينطلق الـ HCN، ويلى ذلك غسيل المبشور وإعداده للاستهلاك. ويعد غلى الجذور وتخميرها من البدائل التى تتبع فى خفض محتوى الجذور من كل من اللينامارين والـ HCN (Chrispeels & Sadava ١٩٩٤).

الحصاد، والتداول، والتخزين، وفسيولوجى ما بعد الحصاد

الحصاد

تحصد الكاسافا – عادة – بعد ١٢–١٥ شهرًا من الزراعة، ولكنه قد يجرى بعد ٦ شهور فقط من الزراعة، وقد يتأخر إلى سنتين أو ثلاث، وذلك حسب الصنف والظروف الجوية. وعمومًا .. فإن الأصناف الحلوة تكون – عادة – جاهزة للحصاد بعد ٦–٩ شهور من الزراعة، بينما قد يتأخر حصاد الأصناف المرة إلى ١٢–١٨ شهرًا للحصول على أعلى محصول منها، علمًا بأنها – أى الأصناف المرة – تستخدم فى صناعة الأغذية المجهزة، والمنتجات الصناعية، وكغذاء للحيوانات.

ونظرًا لأن جذور الكاسافا الخازنة تنمو بصورة دائمة، فإنه لا يوجد لها مرحلة محددة لاكتمال النمو أو النضج؛ الأمر الذى يفسر التباين الكبير فى موعد الحصاد وكمية المحصول التى يمكن الحصول عليها من وحدة المساحة.

وأهم علامات النضج: اصفرار الأوراق وسقوطها. إلا أنه لا توجد عادة مرحلة معينة للنضج يجرى عندها الحصاد، حيث تقلع الجذور حسب الحاجة.

وعمومًا .. يجب ألا يؤخر الحصاد عن ١٢ شهرًا من الزراعة، خاصة عند استعمال المحصول كخضر؛ لأن بقاء الجذور فى التربة أكثر مما ينبغى يؤدى إلى تليفها، وانخفاض محتواها من النشا، الذى ينتقل منها إلى أعلى النبات أثناء تكوينه للأوراق الجديدة فى موسم النمو الثانى.

يفيد قطع النموات الهوائية قبل الحصاد فى إطالة أمد القدرة التخزينية للجذور، ولكن يجب عدم الانتظار طويلاً بعد قطع النموات القمية، وإلا تعرض مخزون الغذاء فى الدرنات للنقصان بسبب استنفاذه فى تكوين نموات هوائية جديدة.

كما يفيد ترك جزء من قاعدة ساق النبات قبل الحصاد فى تسهيل اقتلاع الجذور من التربة بجذبه منه (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

ويجرى الحصاد يدويًّا، ويراعى – عند تقليع الجذور الدرنية – أنـها تنتشر لمسافة ١٢٠ سم حول النبات، وتتعمق فى التربة لمسافة ٤٥–٦٠ سم. ينتج النبات الواحد من ٥–١٠ جذور، يتراوح طولها من ٣٠–٤٥ سم، وقطرها من ٥–١٥ سم، ووزنـها من ١–٢,٣ كجم. ويزيد طول الجذور فى أحيان قليلة عن متر.

التداول والتخزين

يجب الحرص التام عند تداول الجذور حتى لا تجرح، لأن الجروح تقلل من فترة التخزين الممكنة وتزيد من احتمالات إصابتها بالأعفان.

تتدهور جذور الكاسافا سريعًا بعد الحصاد إذا ما تركت فى حرارة الغرفة، وتزداد سرعة التدهور فى الأصناف الحلوة عما فى المرة. وقد يحدث تلون داخلى (تخطيط streaking) فى خلال ٢–٣ أيام فقط، ويلى ذلك – عادة – تحلل الجذور.

وتعد أكثر طرق تخزين الكاسافا شيوعًا هى تركها فى التربة دون حصاد لحين الحاجة إليها.

ويفيد وضع الجذور بين طبقات من نشارة الخشب المرطبة فى زيادة فترة تخزينها إلى شهر أو شهرين (عن Salunkhe & Desai ١٩٩٨).

ولا يمكن الاحتفاظ بجذور الكاسافا بحالة جيدة – فى الجو العادى – لفترة طويلة، ولكنه يمكن تخزينها لمدة ٦,٥ شهور فى حرارة صفر–٥°م، ورطوبة نسبية من ٨٥–٩٥٪، كما يمكن تقطيعها إلى شرائح وتجفيفها فى الشمس (Kay ١٩٧٣).

وقد أفادت معاملة الجذور بالثيابندازول thiabendazole وتعبئتها فى أكياس من البوليثين فى إطالة فترة تخزينها بحالة جيدة.

كما يفيد تشميع الجذور في زيادة فترة تخزينها إلى شهر، حيث تؤدى طبقة الشمع إلى تقليل تبادل الغازات بين أنسجة الجذر والهواء الخارجي.

وقد أدى تشميع جذور الكاسافا بشمع البارافين (١٠٠٪) وحفظها على ٢٥°م إلى تأخير ظهور العيب الفسيولوجي: التخطيط الوعائي vascular streaking مدة ١٤ يومًا عن الجذور التي لم تعامل أو تلك التي عوملت بمستحلبات الشموع (نوعان خاصان بوزارة الزراعة الأمريكية USDA، هما: M91A وهو مستحلب بترولي بوليثليني مؤكسد، و M97B وهو مستحلب شمع بترولي مع شمع كارنوبا carnauba wax)، أو بصمغ الزانثان xanthan gum (١٪). كذلك أدى استعمال شمع الكارنوبا إلى تأخير الأعراض بمقدار خمسة أيام عن استعمال المغلفات الأخرى. وأدى التخزين على ٥°م إلى الحفاظ على الجذور خالية من التخطيط الوعائي لمدة ٧ أيام، وخالية من التحلل لمدة ١٦–٣٠ يومًا دون استعمال للمغلفات. وفي تجربة أخرى خزنت فيها الجذور على ٢٥°م حافظ التغليف بمستحلب الكارانوبا على نوعية الجذور بدرجة مماثلة لاستعمال شمع البارافين (Sargent وآخرون ١٩٩٥).

كما دُرس تأثير الطرق المختلفة لتخزين جذور الكاسافا من صنف Coco بعمر ١٢ شهرًا (هي: التخزين على أرضية من التراب، وفي خنادق مغطاة بالتربة، وفي سلال مبطنة بنشارة خشب مبللة، وفي أكياس مقفلة من البوليثيلين) لمدة أربعة أسابيع على التغيرات النوعية التي تحدث بالجذور. وقد كانت أبرز التغيرات، هي: الفقد في الوزن، والتخطيط الوعائي، وتحلل النشا. وعلى الرغم من أن الفقد الرطوبي العالي (٧,٨٪)، والتخطيط الوعائي حدثا فقط في الجذور التي خزنت على أرضية من التراب، فإن معدل تحلل النشا كان متساويًا في كل من الجذور أيًّا ما كانت طريقة التخزين. كذلك لم يظهر سوى قليل من الطراوة في أنسجة الجذور على الرغم من تحلل النشا فيها بدرجة عالية (George & Browne ١٩٩٤).

التغيرات الفسيولوجية التالية للحصاد

تفقد الجذور صلاحيتها للاستهلاك في خلال يوم واحد إلى ثلاثة أيام من حصادها، بسبب ما يحدث فيها من تغيرات كيميائية، حيث يتم تمثيل وتراكم مركبات فينولية

(catechins، و coumarins، و leucoanthocyanins) تؤدى بلمرتها إلى إنتاج صبغات زرقاء، وبنية، وسوداء اللون؛ كما يتراكم سريعًا في الجذور كيومارين يسمى scopoletin (عن O'Hair ١٩٩٠، و Salunkhe & Desai ١٩٩٨).

تعرف هذه الحالة باسم التدهور الفسيولوجي التالي للحصاد post-harvest physiological deterioration، ويعرف هذا العيب الفسيولوجي باسم التخطيط الوعائي vascular streaking.

يعد التخطيط الوعائي أكبر أسباب الفقد في الكاسافا بعد الحصاد. يبدأ التلون في النسيج الوعائي في المواقع التي حدثت فيها أضرار، ثم ينتشر منها إلى النسيج البرانشيمي. وعند تخزين الجذور في حرارة الجو العادية، فإن ظهور التخطيط الوعائي لا يستغرق أكثر من ٢٤–٤٨ ساعة.

وقد أظهرت الدراسات أن ظهور أعراض التخطيط الوعائي يكون مصاحبًا – عادة – بزيادة موضعية في نشاط إنزيمي البولى فينول أوكسيديز polyphenol oxidase، والبيروكسيديز peroxidase.

ولقد ذكر أن ظاهرة التخطيط الوعائي تحدث استجابة لكل من الجروح مع الرطوبة النسبية. ووجد أن ظروف الرطوبة النسبية المنخفضة (٥٤–٥٦٪) مع توفر الأكسجين بالتركيز الطبيعي (٢١٪) أدت إلى زيادة شدة الإصابة (٤٦٪)، بينما أدى خفض نسبة الأكسجين إلى ١٪ مع استمرار الرطوبة النسبية المنخفضة إلى خفض شدة الإصابة إلى ١٥٪ فقط. وفي المقابل .. توقف ظهور الحالة تقريبًا (١,٤٪) في الرطوبة النسبية العالية (٩٥–٩٨٪) أيًا كانت نسبة الأكسجين؛ مما يفيد بأن ظهور التلون الحزمي في جذور الكاسافا يرتبط بالشدّ الرطوبي في أنسجة الجذر، بينما يلعب الأكسجين دورًا أقل أهمية من الرطوبة النسبية في التفاعلات المؤدية إلى التغيرات اللونية (Aracena وآخرون ١٩٩٣).

وقد أظهرت إحدى الدراسات (Buschmann وآخرون ٢٠٠٠أ) التي قطعت فيها شرائح من جذور الكاسافا بسمك ٢ سم وخزنت لمدة ٧ أيام في حرارة ٢٩°م و ٨٠–٩٠٪ رطوبة نسبية زيادة في محتواها من كل من الـ scopolin، والـ scopoletin، والـ

esculetin ظهرت خلال يوم واحد إلى يومين من بداية التخزين، ثم انخفض تركيزها جميعًا بعد ذلك بسرعة ملموسة. وفى دراسة أخرى (Buschmann وآخرون ٢٠٠٠ب) ظهرت زيادة واضحة فى محتوى الجذور من فوق أكسيد الأيدروجين (H_2O_2) خلال المراحل المبكرة من ظهور التدهور الفسيولوجى، حيث تراكم هذا المركب ذو القدرة التفاعلية العالية خلال الأربع وعشرين ساعة الأولى بعد الحصاد، وخاصة فى الأنسجة البرانشيمية الداخلية. كذلك تراكمت ثلاثة مركبات أخرى من الـ flavan-3-ols، هى: (+)-catechin، و (+)-catechin gallate، و (+)-gallocatechin خلال تخزين الكاسافا، إلاّ أنها – وهى مركبات مضادة للأكسدة – لا يمكن أن تكون مرتبطة بظاهرة التدهور الفسيولوجى التى تحدث مبكرًا جدًّا بعد الحصاد، حيث أنها لم تبدأ فى التراكم إلا بعد نحو ٤–٦ أيام من بداية التخزين.

وقد أمكن الحد من الإصابة بالتخطيط الوعائى بتغليف الجذور بأغشية من تلك التى تعلق بها Cling film بمجرد لفها عليها (Ravi ١٩٩٤)، وبخفض حرارة التخزين إلى صفر–٥ْم (عن O'Hair ١٩٩٠).

الأمراض ومكافحتها

الأمراض الفطرية

تبقع الأوراق السركسبورى

تصاب الكاسافا بعدة أنواع من الفطر .*Cercospora* spp، هما النوعان: *C. henningsii*، و *C. manihobae*. يحدث الفطر الأول بقعًا بنية اللون، تظهر بها حلقات مركزية، ويتراوح قطرها من ٣–١٢مم، بينما يحدث الفطر الثانى بقعًا بيضاء اللون، يتراوح قطرها من ١–٧ مم، وتوجد أنواع أخرى من الفطر تعتبر أقل أهمية. يكافح المرض باتباع دورة زراعية مدتها ٣–٥ سنوات، مع حرق بقايات النباتات المصابة.

الشحوب

يسبب فطر *Oidium manihotis* مرض الشحوب ash، وتظهر الأعراض على سطح

أوراق نبات الكاسافا، حيث يبدو ميسيليوم الفطر الأبيض ومن تحته بقع شاحبة صفـراء غير منتظمـة الشـكل. ويكـافح المـرض بـالرش بالمركبـات الكبريتيـة، وزراعـة الأصنـاف المقاومة.

تبقع أوراق فللوستكتا

يسبب الفطر *Phyllosticta manihoticola* هذا المرض فى الكاسافا، وتظهر الأعـراض على صورة بقع كبيرة بنية اللون، غـير منتظمـة الحافـة بـها حلقـات مركزيـة. ويكـافح المرض بالرش بالمبيدات الفطرية المناسبة.

الأمراض البكتيرية

اللفحة البكتيرية

تسبب البكتيريا *Xanthomonas campestris* pv. *manihotis* مرض اللفحة البكتيريـة Bacterial Blight فى الكاسافا.

تظهر الأعراض على صورة بقع صغيرة (يصـل قطرهـا إلى ٢ مـم) زاويّـة (ذات زوايـا) مائية المظهر، تزيد فى المسـاحة تدريجيًـا، ويصبح مركزهـا ذا لـون بنـى. وقـد يصـاب النسيج الوعائى، ويؤدى ذلـك إلى تـهدل الأوراق وذبولهـا ثـم موتـها. تصيـب البكتيريـا النبات عن طريق الثغور والجـروح، ويكـافح المـرض باسـتعمال عقـل سـاقية خاليـة مـن البكتيريا فى الزراعة.

الأمراض الفيروسية والميكوبلازمية

فيرس تبرقش الكاسافا الأفريقى

تظهر أعراض الإصابة بهذا الفيرس African Cassava Mosaic Virus علـى صـورة خطوط بنية اللون علـى الأوراق، والثمـار، والجـذور، والسـيقان. تبـدو الخطـوط علـى السيقان رفيعة وقصيرة فى البدايـة، ثـم تلتحـم معًـا وتـزداد طـولاً. وتـؤدى الإصابـة إلى اصفرار الأوراق وسقوطها فى أوقات الجفاف. ينتقل الفيرس ميكانيكيًـا، ويكـافح المـرض باستعمال عقل ساقية خالية من الإصابة فى الزراعة.

فيرس التخطيط البنى

تظهر أعراض الإصابة بهذا الفيرس (Brown Streak Virus) على صورة خطوط بنية اللون على الأوراق، والثمار، والجذور، والسيقان. تبدو الخطوط على السيقان رفيعة وقصيرة فى البداية، ثم تلتحم معًا وتزداد طولاً. وتؤدى الإصابة إلى اصفرار الأوراق وسقوطها فى أوقات الجفاف. ينتقل الفيرس ميكانيكيًا، ويكافح المرض باستعمال عقل ساقية خالية من الإصابة فى الزراعة.

فيرس تبرقش الكاسافا العادى

ينتشر هذا الفيرس (Common Casava Mosaic Virus) – خاصة – فى أمريكا الجنوبية؛ لذا .. فإنه يسمى أيضًا South American Cassava Mosaic Virus. تظهر الأعراض على شكل تبرقش بالأوراق، وتؤدى الإصابة إلى نقص المحصول بنسبة قد تصل إلى ٣٠٪. ينتقل الفيرس ميكانيكيًا، ويكافح المرض باستعمال عقل ساقية خالية من الإصابة فى الزراعة.

فيرس تبرقش العروق Vein Mosaic Virus

تظهر الأعراض بهذا الفيرس (Vein Mosaic Virus) على صورة شفافية بالعروق، مع التفاف فصوص الورقة لأسفل. ينتقل الفيرس ميكانيكيًا، ويكافح المرض باستخدام عقل ساقية خالية من الإصابة فى الزراعة.

التقزم والتفرع الكثيف

يسمى هذا المرض فى البرازيل Superbrotamento، ويسببه كائن شبيه بالميكوبلازما. تظهر الأعراض على صورة تقزم شديد وتفرع كثيف بالنبات؛ مما يجعله يبدو كالمقشة. ويكافح المرض باستعمال عقل ساقية خالية من الإصابة فى الزراعة (عن Cook ١٩٧٨).

أمراض أخرى

تصاب الكاسافا بعدة أمراض أخرى، منها ما يلى (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩):

المسبب	المرض	
Colletotrichum manihotis, C. gloeosporioides	Anthracnose	الأنثراكنوز
Uromyces manihotis	Cassava rust	الصدأ
Diplodia manihotis	Diplodia dry root and stem rot	عفن الساق والجذر الدبليودى
Fusarium spp.	Fusarium root and stem rot	عفن الساق والجذر الفيوزارى
Phoma spp., also *Phyllosticta* spp.	Phoma leaf spot or concentricring leaf spot	عفن أوراق فوما
Phytophthora spp.	Phytophthora soft root rot	عفن الجذر الطرى الفيتوفثورى
Sphaceloma manihoticola, also *Elsinoe brasiliensis*	Super-elongation	الاستطالة الفائقة
Fomes lignosus	White root or thread rot	الجذر الأبيض أو الجذر الخيطى
Xanthomonas campestris pv. *Cassavae*	Bacterial angular leaf spot	تبقع الأوراق الزاوى البكتيرى
Erwinia carotavora pv. *carotovora*	Bacterial stem rot	عفن الساق البكتيرى



الفصل الثالث عاشر

تعريف بعيش الغراب (المشروم) وأهميته

الاستعمالات، وتاريخ الزراعة، والأنواع الهامة

يعرف عيش الغراب المزروع (أو المشروم) في الإنجليزية باسم cultivated mushroom، ويعرف منه عديد من الأنواع، تنتمي جميعها – وكذلك عيش الغراب البرى والكمأة (أو الترفاس) truffle – إلى الفطريات fungi، ويعد المشروم أهم الفطريات المزرعة.

يزرع المشروم لأجل نمواته الحاملة للجراثيم (الأجسام الثمرية)، وهي التي تؤكل كخضر، وتستعمل في عمل المقبلات والشوربات، ومأكولات أخرى عديدة (أحمد ١٩٩٥ جـ).

يؤكل المشروم أساسًا لأجل طعمه المميز، ويستعمل منه المنتج الطازج، والمجفف، والمعلب، والمجمد، والمخلل، علمًا بأن جزءًا كبيرًا من محصول المشروم العادى common mushroom (*Agaricus bisporus*) يتم تعليبه، وهو مُنتَج مرغوب فيه، إلاّ أن المشروم المجفف والمعلب لا يحتفظ بشكل جذاب بسبب ارتفاع محتواه الرطوبى. وبالمقارنة .. فإن انخفاض المحتوى الرطوبى في الشيتاكى shiitake (وهو أحد الأنواع الهامة، وخاصة في الشرق الأقصى) والكمأة يجعلهما صالحين للتجفيف (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

وقد عرف المشروم كغذاء لدى كل من قدماء المصريين وقدماء الصينيين منذ أكثر من ٣٠٠ عام كما عرفه قدماء الإغريق والرومان.

وكانت أول إشارة إلى زراعة المشروم في عهد لويس الرابع عشر (١٦٣٨–١٧١٥) بفرنسا، كما كان أول وصف كامل عن كيفية زراعة المشروم بوسطة مزارع فرنسي (هو: de Tourneforte)، في عام ١٧٠٧ (عن Bahl ١٩٩٤).

ويعرف على مستوى العالم أكثر من ٢٠٠٠ نوع من الشروم، لا يصلح منها للغذاء سوى حوالى ٢٠٠ نوع فقط، ولا يزرع منها على نطاق تجارى سوى ٢٥ نوعًا تقريبًا، إلاّ أن ١٠ منها فقط هى التى تحتل مكانة كبيرة فى الإنتاج التجارى.

وليست جميع أنواع المشروم صالحة للأكل؛ فتوجد منها أنواع لا تصلح للأكل، والكثير منها سامًّا. ومن بين الأنواع الصالحة للاستهلاك فإن بعضها يزرع على نطاق تجارى، بينما يجمع بعضها الآخر من أماكن يتواجد فيها ناميًا بحالة برية.

ومن أهم أنواع المشروم المزروعة تجاريًّا، وتلك التى تجمع من نمواتها البرية، ما يلى (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩):

الاسم العلمى	الاسم العادى	
Pleurotus abalonus	Abalone	أذن البحر
Hericium erinaceus	Bear's head	رأس الدب
Tuber melanosporum	Black truffle	الكمأة السوداء
Agaricus bisporus/A. bitorquis	Button/champignon	الزرار / الشمبنيون
Cantharellus cibarius	Chanterelle	الإنائى
Ustilago maydis	Corn smut	تفحم الذرة
Flammulina velutipes	Enoki/enokitake	إينوكى / إينوكيتاكى
Agaricus campestris	Meadow	المروج
Hericium coralloides	Monkey's head	رأس القرد
Morchella hortensis/M. esculenta, and other *Morchella* spp.	Morels	الغوشنة
Pholiota nameko	Nameko	ناميكو
Pleurotus ostreatus, other *Pleurotus* spp.	Oyster	المحار
Tricholoma matsutake/Armillaria matsutake	Pine	الصنوبر
Coprinus fimetarius	Shaggy mane	العُرف الوبرى
Lentinula edodes	Shiitake/Black Forest	الشيتاكى/الغابة السوداء
Volvariella volvacea	Straw/Paddy/Chinese	القش/الأرز/الصينى
Stropharia rugoso-annulata	Stropharia	استروفاريا

الاسم العادى		الاسم العلمى
الجلد الورنيشى	Varnish skin	*Ganoderma lucidum*
الجلى الأبيض/الأذن البيضاء	White jelly/silver ear	*Tremella fuciformis*
الأذن المتخشبة/أذن اليهودى	Woody ear/Jew's ear	*Auricularia polytricha/A. auricula*

وتوجد – بالإضافة إلى الفطريات المزروعة – فطريات أخرى تنمو – بريًا – وتنتج تراكيب تشبه المشروم، قد تكون صالحة للأكل كخضر، مثل: الفطرين *Lepiota naucina*، و *L. pracera*، وقد تكون شديدة السمية، أو قاتلة للإنسان، مثل الفطريات التابعة للجنس *Amanita*، مثل: *A. caesarea*.

وينتشر حاليًّا زراعة الأنواع المختلفة من عيش الغراب فى مختلف دول العالم، وأكثرها انتشارًا الأجاريكس *Agaricus* (أو عيش الغراب العادى) الذى يزرع فى كل من أوروبا وأمريكا، والشيتاكى Shiitake الذى يزرع – خاصة – فى اليابان، والفولفاريللا *Volvariella* (أو عيش غراب القش) الذى يزرع فى الصين، والبلبيروتس *Pleurotus* (أو الأويستر Oyster أو عيش الغراب المحارى) الذى يرزع فى آسيا وأوربا، وكذلك فى مصر.

ومن بين المراجع العديدة المتوفرة عن المشروم وزراعته .. يمكن للقارئ الرجوع إلى أى من المصادر التالية للحصول على مزيد من المعلومات فى الموضوع.

المرجع	جوانب اهتمامات المرجع
Singer (١٩٦١)	الإنتاج
Kreiger (١٩٦٧)	الوصف المورفولوجى لمختلف أنواع عيش الغراب
Rambelli & Menini (١٩٨٣)	إنتاج المشروم .. مرجع موجز وشامل
Kaul (١٩٩٧)	بيولوجى وتقسيم المشروم
Flegg وآخرون (١٩٨٥)	بيولوجى المشروم وتكنولوجيا إنتاجه .. مرجع شامل
مدبولى والحسينى (١٩٩١)	تعريف بعيش الغراب وطرق زراعته وطهيه
Bahl (١٩٩٤)	موجز عن خصائص المشروم وإنتاجه
أحمد (١٩٩٥ أ)	وصف لأنواع عيش الغراب البرى والكمأة (الترفاس)
أحمد (١٩٩٥ ب)	طرق زراعة الأنواع المختلفة من المشروم
أحمد (١٩٩٥ جـ)	طرق إعداد وطهى عيش الغراب وأهميته الغذائية والطبية

الأهمية الاقتصادية

بلغ الإنتاج العالمى من المشروم فى عام ١٩٩٠ أكثر من ٣٧٦٤٠٠٠ طنًّا، كان توزيعها على النحو التالى (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩):

النوع	الإنتاج (بالألف طن)
العادى Button (*Agaricus* spp.)	١٤٢٤
الشيتاكى Shitake (*Lentinula edodes*)	٣٨٣
القش Straw (*Volvariella* spp.)	٢٠٧
المحارى Oyster (*Pleurotus* spp.)	٩٠٩
أذن الغابة Wood ear (*Auricularia* spp.)	٤٠٠
الإينوكى Enoki (*Flammulina velutipes*)	١٤٣
التريملا Tremella (*Tremella fuciformis*)	١٠٦
أنواع أخرى	١٩٢

وتجدر الإشارة إلى أنه خلال فترة قصيرة (من ١٩٨٦ إلى ١٩٨٩/١٩٩٠) ازداد الإنتاج العالمى للمشروم (الطازج) من ٢١٨٢٠٠٠ طن إلى ٣٧٦٤٠٠٠ طن، وترافق ذلك مع زيادة كبيرة فى إنتاج بعض الأنواع بلغت ٤٣٧٪ فى *Pleurotus* spp.، و ٢٣٤,١٪ فى *Auricularia* spp.، ولكن مع انخفاض كبير فى نسبة المنتج من النوع الرئيسى – *Agaricus bisporus* – حيث شكل ٣٧,٨٪ من الإنتاج العالمى فى ١٩٨٩/١٩٩٠ مقارنة بنسبة ٥٦,٢٪ فى عام ١٩٨٦. كذلك تباينت اتجاهات الإنتاج فى مختلف الدول؛ فمثلاً .. ازداد إنتاج الصين من الـ *Pleurotus* spp. خلال تلك الفترة بنسبة ٧٠٠٪، بينما انخفض فيها إنتاج *A. bisporus* بنسبة ٢,٧٪، بينما كانت أكبر زيادة – فى الولايات المتحدة – فى إنتاج النوع *Lentinula edodes* حيث ازداد إنتاجه بنسبة ٧٨٥٪ (Chang & Miles ١٩٩١).

وتعد أكثر الدول المنتجة للمشروم العادى – مرتبة تنازليًّا –، هى: الولايات المتحدة، وفرنسا، وهولندا، والمملكة المتحدة، وبلجيكا، وألمانيا، وأيرلندا، وإيطاليا، وبولندا، ودول البلقان، كما تُنتج كميات يعتد بها فى كل من كوريا، واليابان، وتايوان،

والصين، وكندا، والأرجنتين، وأستراليا، ونيوزيلندا. أما إنتاج المشروم الشيتاكى والإينوكى، والمحارى ومشروم القش فإنه يتركز فى شرق آسيا.

ويبلغ الاستهلاك السنوى للفرد من المشروم أعلى معدل له فى بلجيكا، والمملكة المتحدة، والدانمرك، والنمسا، وفرنسا.

الوضع التقسيمى

تنتمى جميع أنواع عيش الغراب - المنزرعة منها والبرية - وكذلك الكمأة - إلى الفطريات. وتنتمى الفطريات إلى مجموعة النباتات الثالوسية Thallopbhytes، وهى نباتات أولية يتكون لها جذور، وسيقان، وأوراق، وتعد عديمة الأزهار، وتضم - إلى جانب الفطريات - الطحالب، والبكتيريا، والآشنات. وتعد الفطريات من أهم المسببات المرضية التى تحدث أمراضًا خطيرة، تؤثر على الإنتاج الزراعى فى جميع أنحاء العالم.

وتُقسم الفطريات حسب خصائص طورها الجنسى إلى أربعة أقسام رئيسية، هى:

١ - الفطريات الأسكية Ascomycetes.

٢ - الفطيات الصولجانية (البازيدية) Basidiomycetes.

٣ - الفطريات الطحلبية *Phycomycetes*.

٤ - الفطريات الناقصة Fungi Imperfecti.

وتعتبر جميع أنواع المشروم فطريات خيطية تنتمى إلى كل من الأسكيّات والبازيديّات. ومن الاختلافات الرئيسية بين هذين القسمين أن الجراثيم الجنسية للفطريات الأسكية تتكون فى أكياس أسكية asci sacs، وتعرف باسم الجراثيم الأسكية ascospores. أما الفطريات البازيدية فإنها تنتج الجراثيم الجنسية على ما يعرف باسم البازيديم basidium، وتعرف باسم الجراثيم البازيدية basidiospores.

ونظرًا لعدم وجود الكلوروفيل فى جميع أنواع الفطريات - بما فى ذلك المشروم - فإنها لا تكون قادرة على القيام بعملية البناء الضوئى، ويتعين عليها الحصول على الطاقة من مصادر أخرى. وفى سبيل تحقيق ذلك .. فإن بعضها يعيش رميًا

saprophytic (على البقايا العضوية الميتة)، وبعضها يعيش متطفلاً parasitic (على الكائنات الحية، مما يسبب بها أمراضًا مختلفة)؛ بينما يعيش البعض الآخر تعاونيًا symbiotic.

وبينما تنتج غالبية الفطريات أجسامها الثمرية فوق سطح التربة epigeously، فإن بعضها الآخر يكون أجسامه الثمرية تحت سطح التربة hypogeously.

وتنتمى مختلف أنواع المشروم إلى رتبة Agaricales، التى يندرج تحتها ثلاث تحت رتب، و ١٧ عائلة، كما يلى:

١ - تحت رتبة Agaricineae .. ويندرج تحتها ١٢ عائلة، هى:

Hygrophoraceae	Polyporaceae
Amanitaceae	Tricholomataceae
Agaricaceae	Pluteaceae
Bolbitiaceae	Coprinaceae
Cortinariaceae	Strophariaceae
Entolomataceae	Crepidotaceae

٢ - تحت رتبة Boletineae .. ويندرج تحتها ٣ عائلات، هى:

Gomphidiaceae	Paxillaceae
	Boletaceae

٣ - تحت رتبة Russulineae .. ويندرج تحتها عائلتان، هما:

Russulaceae	Bondarzewiaceae

وتتضمن تلك العائلات ٢٣٠ جنسًا وأكثر قليلاً من ٥٠٠٠ نوع (عن Kaul ١٩٩٧).

ونقدم فى جدول (١٣-١)، و (١٣-٢) الوضع التقسيمى لأنواع عيش الغراب المزروعة، والتى لم تزرع بعد، على التوالى.

جدول (١٣-١): أجناس المشروم المزروعة ووضعها التقسيمي (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

القسم	تحت القسم	الرتبة	العائلة	الجنس
Basidiomycetes	Holobasidiomycetidae	Agaricales	Agaricaceae	*Agaricus*
Basidiomycetes	Phragmobasidiomycetidae	Auriculariales	Auriculariaceae	*Auricularia*
Basidiomycetes	Holobasidiomycetidae	Agaricales	Coprinaceae	*Coprinus*
Basidiomycetes	Holobasidiomycetidae	Phallales	Phallaceae	*Dictyophora*
Basidiomycetes	Holobasidiomycetidae	Agaricales	Tricholomataceae	*Flammulina*
Basidiomycetes	Holobasidiomycetidae	Aphyllophorales	Hericiaceae	*Hericium*
Basidiomycetes	Holobasidiomycetidae	Agaricales	Hypolomataceae	*Hypholama*
Basidiomycetes	Holobasidiomycetidae	Agaricales	Strophariaceae	*Kuehneromyces*
Basidiomycetes	Holobasidiomycetidae	Agaricales	Tricholomatacae	*Lentinus*
Basidiomycetes	Hymenoascomycetaceae	Agaricales	Strophariaceae	*Pholiota*
Basidiomycetes	Hymenoascomycetaceae	Agaricales	Tricholomataceae	*Pleurotus*
Basidiomycetes	Holobasidiomycetidae	Agaricales	Strophariaceae	*Stropharia*
Basidiomycetes	Phragmobasidiomycetidae	Tremellales	Tremellaceae	*Tremella*
Basidiomycetes	Holobasidiomycetidae	Agaricales	Tricholomataceae	*Tricholoma*
Ascomycetes	Hymenoascomycetidae	Tuberales	Tuberaceae	*Tuber*
Basidiomycetes	Holobasidiomycetidae	Agaricales	Pluteaceae	*Volvariella*

جدول (١٣-٢): أجناس المشروم التى لم تزرع بعد ووضعها التقسيمى (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

القسم	تحت القسم	الرتبة	العائلة	الجنس
Basidiomycetes	Holobasidiomycetidae	Agaricales	Amanitaceae	*Amanita*
Basidiomycetes	Hymenoascomycetaceae	Agaricales	Trichomataceae	*Armillaria*
Basidiomycetes	Holobasidiomycetidae	Agaricales	Boletaceae	*Boletus*
Basidiomycetes	Holobasidiomycetidae	Aphyllophorales	Cantharellaceae	*Cantharellus*
Basidiomycetes	Holobasidiomycetidae	Agaricales	Entomolataceae	*Clitopilus*
Basidiomycetes	Holobasidiomycetidae	Aphyllophorales	Hydnaceae	*Hydnum*
Basidiomycetes	Holobasidiomycetidae	Agaricales	Russulaceae	*Lactarius*
Basidiomycetes	Holobasidiomycetidae	Agaricales	Lepiotaceae	*Lepiota*
Basidiomycetes	Holobasidiomycetidae	Agaricales	Tricholomataceae	*Marasmius*
Ascomycetes	Hymenoascomycetaceae	Pezizales	Morchellaceae	*Morchella*
Ascomycetes	Hymenoascomycetaceae	Pezizales	Pezizaceae	*Peziza*
Basidiomycetes	Holobasidiomycetidae	Agaricales	Strophariaceae	*Pholiota (=Agrocybe)*
Basidiomycetes	Holobasidiomycetidae	Agaricales	Agaricaceae	*Psalliota*
Basidiomycetes	Holobasidiomycetidae	Agaricales	Tricholomataceae	*Rhodopaxillus (=Tricholoma)*
Basidiomycetes	Hymenoascomycetidae	Agaricales	Russulaceae	*Russula*
Basidiomycetes	Holobasidiomycetidae	Agaricales	Amnitaceae	*Termitomyces*

خصائص الأنواع الهامة المزروعة

عيش الغراب العـادى

من أهم أنواع عيش الغراب العـادى Common mushroom (أو "الـزرارى" buttom) النوعين: *Agaricus campestris*، و *A. bisporus*. تكون القبعة فى البداية كرويـة، ثم تأخذ الشكل العادى للقبعة، ثم تتسطح، ويـتراوح قطرهـا بـين ٥، و ١٥ سـم، ولـونها غالبًا أبيض، وقد يميل إلى البيج أو الأصفر. السـاق أسـطوانية رفيعـة تشـبه القبعـة فـى اللون، ولكنها قد تصبح داكنة اللون مـع تقدمـها فـى العمـر. الخياشـيم كثيفـة وورديـة اللون، والجراثيم بنية اللون غالبًا. لبعض الأنواع غير المزروعة رائحة خاصة بـها، مثـل رائحة اللوز فى *A. augusta*، ورائحة اليـنسـون فى *A. arvensis*، ورائحة اليـود فـى *A. xanthoderma*، علمًا بأن الأخير من الأنواع السامة.

عيش الغراب المحارى

مـن أهـم أنـواع عيـش الغـراب المحـــارى Oyster mushroom النــوع *Pleurotus ostreatus*، وهو الذى يزرع تجاريًّا فى مصر. يكوّن الفطر عديـدًا مـن القبعـات المتتاليـة تنمـو فـوق بعضـها البعـض وتـأخذ شـكلاً محاريًّـا، وتكـون بلـون بنـى، أو رمـادى، أو بنفسجى، وتصبح مجوفة مع تقدمها فى العمـر. تكـون حافـــة القبعـة ملتفـة فـى بدايـة الأمر، ثم تتجه بعد ذلك إلى أعلــى، ولكـن مـع الانحنـاء ناحيـــة السـاق، وهـى ملسـاء ناعمة، ويتراوح قطرها بين ٥، و ١٥ سم، بينما قـد يصـل قطـر مجموعـة مـن القبعـات المتراكبة إلى ٣٥ سم. تنمو الساق مائلة، وتكون مصمتة بيضــاء اللـون وناعمـة. الخياشـيم كثيفة، وعريضة، وبيضاء اللون أو كريمية، والجراثيم بنفسجية اللون.

عيش غراب القش

من أهم أنواع عيش غراب القش Straw mushroom النـوع *Volvariella volvacea*. القبعة مرتفعة قليلاً إلى أعلى من منتصفــها، ورماديـة اللـون ومغطـاة بزغـب دقيـق بنـى اللون، وجافة، ويتراوح قطرها بين ٥، و ١٥ سـم. السـاق رفيعـة فـى جزئـها العلـوى، ومتضخمة قليلاً عند قاعدتها، وهى ليفية وبيضاء اللـون. الخياشـيم كثيفـة، وذات لـون وردى يتحول تدريجيًّا إلى البنى الضارب إلى الحمرة. الجراثيم حمراء اللون.

عيش الغراب الشيتاكى

من أهم أنواع عيش الغراب الشيتاكى Shitake mushroom النوع *Lentinus edodus*. تكون القبعة مستديرة أو كلوية الشكل، ويتراوح قطرها بين ٥، و ١٠ سم، ويتشقق جلدها أحيانًا عند السطح لتظهر بعض القشور الداكنة اللون. الساق قصيرة وناعمة تظهر عليها شعيرات قصيرة، وتكون بيضاء اللون من أعلى وداكنة من أسفل، ومخططة، ومصمتة. الخياشيم توجد على الساق، وتكون بيضاء فى بداية الأمر، ثم تأخذ لونًا داكنًا، أما الجراثيم فهى بيضاء اللون (عن أحمد ١٩٩٥ ب).

تقسيم أنواع عيش الغراب المأكولة حسب طريقة زراعتها

تقسم أنواع عيش الغراب المأكولة – حسب طريقة زراعتها – إلى أربع مجموعات، كما يلى:

١ – أنواع لا يمكن زراعتها؛ إذ إنها من فطريات الميكوريزا *mycorrhizae* التى تعيش تعاونيًا مع جذور بعض الأشجار، ومن أمثلتها النوع *Cantharellus cibarius*.

٢ – أنواع تزرع على بيئات بسيطة خام بدون تخمير – بعد بسترتها – ولا تحتاج إلى تقنيات عالية لإنتاجها، مثل عيش الغراب المحارى، وعيش غراب القش.

٣ – أنواع تزرع على بيئات سبق تخميرها وبسترتها، وتنتج فى أبنية خاصة، وتحتاج إلى تبريد، وأهمها عيش الغراب العادى.

٤ – أنواع تزرع فى ثقوب بجذوع الأشجار بعد تقطيعها، مثل عيش الغراب الشيتاكى (عن أحمد ١٩٩٥ ب).

الأنواع السامة البرية

لا يمكن أبدًا الاعتماد على الشكل المظهرى لتمييز الأنواع السامة من المشروم عن الأنواع غير السامة، كما لا يمكن أبدًا الحكم على صلاحية المشروم البرى للاستهلاك وعدم سميته من مجرد سلامة الحشرات، أو القواقع، أو القوارض، أو حتى الثدييات التى تتغذى عليها. ولا يمكن القول بأن الجنس الذى يضم كثيرًا من الأنواع غير السامة لا يضم أنواع سامة، ومن أبرز الأمثلة على ذلك الجنس *Agaricus* الذى يضم أنواع المشروم العادى المستخدم فى الإنتاج التجارى فى الوقت الذى يضم كذلك النوع

A. xanthoderma السام. كما أن الجنس الذى يضم كثيرًا من الأنواع السامة قد يضم – كذلك – أنواعًا مأكولة، ومن أمثلة ذلك الجنس *Amanita* الذى يضم أنواعًا كثيرة قاتلة، مثل *A. phalloides*، و *A. verna*، و *A. verosa*، ولكنه يضم كذلك النوع المأكول *A. rubescence*.

وقد يتشابه نوعان من المشروم إلى حد كبير بينما يكون أحدهما سامًا والآخر مأكولاً، ومثال ذلك النوع السام *Lepiota margani* الشديد السمية والذى يصعب تمييزه مورفولوجيًا عن النوع المأكول *L. rachodes* إلاّ فى مرحلة متقدمة من النضج، حيث يكون الأول (السام) ذا خياشيم خضراء وترسبات جرثومية خضراء باهتة، بينما تكون جراثيم وخياشيم الثانى (المأكول) بيضاء اللون.

كذلك لا يمكن أبدًا الاعتماد على أن إعداد المشروم للاستهلاك أو حفظه أو طهيه يمكن أن تخلص المشروم السام من سميته.

وتجدر الإشارة إلى أنه حتى المشروم المأكول يمكن أن يتسبب فى حدوث عسر هضم لدى بعض الأفراد الأصحاء، كما قد يكون لبعض الأفراد حساسية من بعض أنواع المشروم. وقد يحدث عسر الهضم نتيجة لتناول كميات كبيرة من المشروم، أو تناوله مع أغذية أخرى عسرة الهضم، أو بعد تقدمه فى النضج عما ينبغى.

قد يؤدى تناول المشروم السام إلى أحداثه أى من الأعراض التالية:

١ – إتلاف الجهازى العصبى .. كما فى حالة تناول المشروم *Amanita phalloides*.

٢ – إتلاف المعدة من خلال التأثير على الجهاز العصبى المركزى، كما فى حالة تناول *Amanita muscaria*، أو من خلال التأثير المباشر على الأغشية المبطنة للمعدة، كما فى حالة تناول المشروم *Gyromitra esculenta*.

٣ – سيولة فى الدم .. كما فى حالة تناول المشروم *Amanita rubescens*.

٤ – إتلاف العضلات، وخاصة عضلات الرحم والأوعية وغيرها من الأعضاء التى تحتوى على ما يعرف بالألياف العضلية الناعمة smooth muscle fibers.

٥ – التأثير على وظائف القلب .. يحدث ذلك بصورة واضحة بفعل تناول كثير من الأنواع السامة.

ويتعين عند تناول أى نوع سام من المشروم بطريق الخطأ، مراعاة ما يلى:

١ – التقيؤ بأسرع ما يمكن لإفراغ المعدة مما يوجد بها من الفطر؛ علمًا بأنه لا يجوز الانتظار على هذه الخطوة لحين وصول الطبيب لعمل غسيل معدة.

٢ – تناول مسهل قلوى مثل شربة الملح (كبريتات المغنيسيوم) بمعدل ملعقة شاى ممسوحة أو ملعقتين فى كوب من الماء الدافئ. وفى حالة وجود آلام فى المعدة تستبدل شربة الملح بشربة زيت الخروع.

٣ – المعاملة بحقن الأتروبين فى العضل أو بغيره من الأدوية للتخلص من السموم التى وصلت إلى الدم.

٤ – يقوم الطبيب بمعالجة أى من الأعراض التى يكون قد أحدثها تناول المشروم.

٥ – إعطاء منشطات للقلب (عن Bahl ١٩٩٤).

القيمة الغذائية

يحتوى كل ١٠٠ جم من عيش الغراب العادى الطازج على المكونات الغذائية التالية: ٩٠,٤ جم رطوبة، و ٢٨ سعرًا حراريًّا، و ٢,٧ جم بروتينًا، و ٠,٣ جم دهونًا، و ٤,٤ جم مواد كربوهيدراتية، و ٠,٨ جم أليافًا، و ٠,٩ جم رمادًا، و ٦ مجم كالسيوم، و ١١٦ مجم فوسفورًا، و ٠,٨ مجم حديدًا، و ١٥ مجم صوديوم، و ٤١٤ مجم بوتاسيوم، وآثار من فيتامين أ، و ٠,١ مجم ثيامين، و ٠,٤٦ مجم ريبوفلافين، و ٤,٢ مجم نياسين، و ٣ مجم حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣).

ويبين جدولا (١٣–٣)، و (١٣–٤) المحتوى الغذائى لبعض أنواع المشروم من مختلف العناصر الغذائية على أساس الوزن الطازج والجاف، على التوالى.

وبصورة عامة .. فإن المشروم يعد من الخضر المتوسطة إلى الجيدة فى المحتوى الغذائى؛ فهو يحتوى على الإرجوستيرول ergosterol الذى يمكن أن يتحول فى جسم الإنسان إلى فيتامين د، وهو ذو محتوى عال من المعادن والألياف، كما أنه منخفض فى الدهون والسعرات الحرارية، ويحتوى على فيتامينات ب وكثير من الأحماض الأمينية بتركيزات جيدة.

جدول (١٣-٣): محتوى بعض أنواع المشروم المزروعة من بعض المكونات الغذائية الرئيسية (٪ على أساس الوزن الطازج) (عن Bahl ١٩٩٤).

النوع	الرطوبة	الرماد	البروتين	الدهون	الألياف
Agaricus bisporous	٨٩,٥	١,٢٥	٣,٩٤	٠,١٩	١,٠٩
Lepiota sp.	٩١,٠	١,٠٩	٣,٣٠	٠,١٨	٠,٨٦
Pleurotus sp.	٩٠,٠	٠,٩٧	٢,٧٨	٠,٦٥	١,٠٨
Pleurotus ostreatus	٩٢,٥	—	٢,١٥	—	—
Termitomyces sp.	٩١,٣	٠,٨١	٤,١	٠,٢٢	١,١٣
Volvariella diplasia	٩٠,٤	١,١٠	٣,٩	٠,٢٥	١,٦٧
Volvariella volvacea	٨٨,٤	١,٤٦	٤,٩٨	٠,٧٤	١,٣٨

جدول (١٣- ٤): محتوى بعض أنواع المشروم من بعض المكونات الغذائية الرئيسية (على أساس الوزن الجاف) (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

النوع	الرطوبة (٪)	البروتين (٪) (٤,٣٨×N)	الدهون (٪)	المواد الكربوهيدراتية (٪)	الألياف (٪)	الرماد (٪)	السعرات الحرارية
Pleurotus flabellatus	٩١	٢١,٦	١,٨	٥٧,٤	١١,٩	١٠,٧	٢٧١
Pleurotus ostreatus	٧٣	١٠,٥	١,٦	٨١,٨	٧,٥	٦,١	٣٦٧
Agaricus campestris	٨٩	٢٦,٣	١,٨	٥٩,٨	١٠,٤	١٢,٠	٣٢٨
Volvariella diplasia	٩٠	٢٨,٥	٢,٦	٥٧,٤	١٧,٤	١١,٥	٣٠٤
Lentinus edodes	٩٠	١٧,٥	٨,٠	٦٧,٥	٨,٠	٧,٠	٣٨٧

المواد الكربوهيدراتية

يقدر المحتوى الكربوهيدراتي للمشروم بنحو ٤,٢٪ من الوزن الطازج. ويعتبر الجليكوجين glycogen ونصف السيليلوز hemicellulose أهم ما يحتويه المشروم من مواد كربوهيدراتية عديدة التسكر. ويقدر محتوى الجليكوجين بنحو ٢-٤٪ من الوزن الجاف للمشروم في مرحلة الزرار button المبكرة، ترتفع إلى نحو ٥-٨٪ في الأجسام

الثمرية المسطحة (flat) عند النضج. أما المواد الكربوهيدراتية الحرة التى توجد فى المشروم فهى الفراكتوز، والجلوكوز، والمانيتول، والسكروز. ويعد المانيتول – الذى يشكل نحو ١٠٪ من الوزن الجاف للمشروم – بمدى يتراوح بين ١١، و ١٩٪ – أهم المركبات الكربوهيدراتية ذات الوزن الجزيئى المنخفض فى المشروم. هذا .. ويتعرض جزء كبير من المحتوى الكربوهيدراتى للمشروم للفقد عند تعليبه.

الألياف

يحتوى المشروم على ألياف يتكون معظمها من الشيتين chitin (وهو polymer of N-acetyl-D-glucosamine residue) الذى يوجد فى الجدر الخلوية، ويشكل نحو ٠,٥–٠,٦٪ من الوزن الطازج للجسم الثمرى.

الطاقة

يحتوى المشروم على نحو ٨٥–١٢٥ كيلوجول kJ – فى المتوسط – بكل ١٠٠ جم علمًا بأن احتياجات الفرد البالغ تقدر بنحو ١٠٠٠٠ كيلو جول يوميًّا؛ مما يجعل المشروم مناسبًا للاستعمال فى أى حمية غذائية لإنقاص الوزن.

الدهون

يتراوح محتوى المشروم من الدهون بين ٠,١، و ٠,٣٪ على أساس الوزن الطازج. ويتميز دهن المشروم بارتفاع محتواه من الحامض الدهنى الضرورى: حامض اللينوليك linoleic acid، الذى يقدر بنحو ٦٣–٧٤٪ من الأحماض الدهنية الضرورية، بينما يعد الحامضين بالمتك palitic واستيارك stearic أهم الأحماض الدهنية الأخرى بالمشروم.

البروتين

تتراوح القيم المنشورة عن المحتوى البروتينى للمشروم – على أساس الوزن الطازج – بين ١,٨٪، و ٥,٩٪، إلاّ أن القيمة المتفق عليها تقدر بنحو ٣,٧٪، بمدى يتراوح بين ٣,٥٪، و ٤,٠٪. ولعل السبب فى الارتفاع غير المبرر لنسبة البروتين فى الدراسات

المبكرة أنها كانت تُحسب بضرب النيتروجين الكلى × ٦,٢٥؛ علمًا بأن جزءًا كبيرًا من ذلك النيتروجين ليس بروتينًا؛ مما يستتبع خفض القيم المحسوبة للنيتروجين عن القيم المنشورة فعلاً.

كذلك فإن القيم المحسوبة للمحتوى البروتينى للمشروم – على أساس الوزن الجاف – شهدت قدرًا أكبر من التباين وتضمنت قدرًا أكبر من الخطأ. وقد قدرت تلك القيم – فى ميسيليوم أنواع مختلفة من عيش الغراب العادى – بين ٢٨٪، و ٤٥٪ (عن Manning ١٩٨٥).

وعلى الرغم من عدم تباين سلالات مختلفة من المشروم العادى *A. bisporus* فى محتواها من المادة الجافة، فإنها تباينت فى محتواها من البروتين بين ٢٦,٨٪، و ٤١,٢٪ على أساس الوزن الجاف (Kumar وآخرون ١٩٩١).

وبدراسة المحتوى البروتينى لثمانية أنواع شائعة من المشروم، كان أغناها النوعين: *Marasmius oreades* بمحتوى قدره ٥٢,٨٢٪ (على أساس الوزن الجاف)، و *Lepista nebularis* بمحتوى قدره ٣٩,٠٢٪ (Vetter ١٩٩٣).

ويؤكد Braaksma & Schaap (١٩٩٦) أن المحتوى البروتينى للمشروم العادى *A. bisporus* لا يتعدى ٠,٥٪ على أساس الوزن الطازج، و ٧٪ على أساس الوزن الجاف؛ وهو ما يساوى ١/٤ التقديرات التى تنتشر – عادة – عن المحتوى البروتينى للمشروم.

ويمكن القول إجمالاً أن المحتوى البروتينى للمشروم الطازج يبلغ حوالى ضعف المحتوى البروتينى لمعظم الخضر الأخرى باستثناء البقوليات، وكرنب بروكسل. وفى المقابل .. ينخفض المحتوى البروتينى للمشروم كثيرًا عما فى الأغذية البروتينية ، مثل اللحوم (١٤–٢٠٪)، والأسماك (١٥–٢٠٪)، والبيض (١٣٪)، والجبن (٢٥٪)، كما يقل محتواه البروتينى عما فى الخبز (٩٪).

وعلى الرغم من أن قابلية بروتين المشروم للهضم (digestibility) عالية – حيث قدرت بين ٧١٪، و ٩٠٪ – إلاّ أن تلك القيم أقل مما فى اللحوم.

ولا يعد بروتين المشروم كاملاً من حيث القيمة الغذائية، حيث تقدر قيمته بأقل من ٦٠٪ من تلك المقدرة للبروتين: كازين casein.

هذا .. وتوجد اختلافات جوهرية بين سلالات الشروم (فضلاً عن أنواعه) فى محتواها من مختلف الأحماض الأمينية. وعلى الرغم من توفر جميع الأحماض الأمينية الضرورية ببروتين المشروم، إلاّ أنه فقير للغاية فى الحامضين الأمينيين سيستين cysteine، ومثيونين methionine. ويتميز المشروم بارتفاع محتواه من الحامض الأمينى الضرورى ليسين lysine، الذى يقدر – فى المتوسط – بنحو ١٠٪ من البروتين.

ويعد بروتين المشروم – بصورة عامة – أقل قيمة غذائيًّا من بروتين اللحم نظرًا لانخفاض محتواه من بعض الأحماض الأمينية الضرورية؛ فعلى الرغم من احتواء المشروم على الثريونين threonine، والفالين valine، والفنيل آلانين phenylalanine بتركيزات مماثلة لتلك التى توجد فى اللحوم، فإنه يعد أقل من اللحوم قليلاً فى كل من الأحماض الأمينية الضرورية: الأيزوليوسين isoleucine، والليوسين leucine، والليسين lysine، والهستيدين histidine. كذلك ينخفض محتوى الميثونين methionine، والسيستين cysteine فى المشروم كثيرًا عما فى بروتين اللحوم، وإن كان يتساوى فيهما مع معظم الخضر. ويعد بروتين المشروم أعلى نسبيًّا فى كل من الليسين والتربتوفان tryptophan عما فى بروتين الخضر الأخرى. وبذا .. يمكن اعتبار بروتين المشروم وسطًا فى قيمته الغذائية بين بروتين اللحوم وبروتين الخضروات الأخرى (جدولا ١٣-٥، و ١٣-٦).

تشكل الأحماض الأمينية الحرة نسبة كبيرة من النيتروجين الكلى للمشروم، تقدر بنحو ١٦-١٨٪. ويشكل حامض الجلوتامك glutamic acid – وحدة – حوالى ٢٢-٢٥٪ من نيتروجين الأحماض الأمينية الحرة، بينما يشكل البرولين proline، والآلانين alanine، وحامض الأسبارتك aspartic acid، والليسين lysine، والأورنويثين ornoithine والسيرين serine معظم النسبة المتبقية (عن Manning ١٩٨٥).

وقد اقترح Eicker (١٩٩٣) التوسع فى زراعة المشروم – وخاصة *Pleurotus* spp. – لتحويل الكم الهائل من المخلفات الزراعية المتاحة إلى بروتين يُسهم فى تحسين الحالة الغذائية بقارة أفريقيا. هذا .. إلا أنه يمكن القول – إجمالاً – أنه مقارنة بالمصادر البروتينية الأخرى للبروتين – فإن عيش الغراب يعد مصدرًا بروتينيًّا مكلفًا جدًّا، مع

الأخذ فى الاعتبار المحتوى البروتينى الكلى للمشروم، وقابليته للهضم، ونوعيته؛ الأمر الذى حدا ببعض العلماء المختصين إلى الإقرار بأن إنتاج المشروم على نطاق واسع بهدف تحسين الوضع الغذائى فى أى دولة بصورة ملموسة لا يمكن أن يكون أمرًا واقعيًا.

جدول (١٣–٥): محتوى عيش الغراب العادى *A. bisporus* من الأحماض الأمينية (عن Bahl ١٩٩٤).

الحامض الأمينى	المحتوى (جم/١٠٠ جم وزن جاف)
الآلانين alanine	٢,٤٠
الأرجنين arginine	١,٩٠
حامض الأسبارتك aspartic acid	٣,١٤
السيستين cystine	١,١٨
حامض الجلوتامك glutamic acid	٧,٠٦
الجليسين glycine	١,٢٠
الهستيدين histidine	٠,٦٤
الأيزوليوسين isoleucine	١,٢٨
الليوسين leucine	٢,١٦
الليسين lysine	١,٦٢
المثيونين methionine	٠,٣٩
الفينيل آلانين phenylalanine	١,٥٥
البرولين proline	٢,٥٠
السيرين serine	١,٨٩
الثريونين threonine	١,٤٨
التربتوفان tryptophan	٣,٩٤
التيروزين tyrosine	٠,٧٨
الفالين valine	١,٦٣

جدول (١٣-٦): محتوى بعض أنواع المشروم من الأحماض الأمينية الضرورية، مقارنــة بـبروتين البيض (جم حامض أميني/١٠٠ جم من البروتين) (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

الحامض الأمينى	*P. flabellatus*	*A. bisporus*	*V. diplasia*	*L. edodes*	بروتين البيض
Leucine	٦,٢	٧,٥	٥,٠	٧,٩	٨,٨
Isoleucine	٨,٣	٤,٥	٧,٨	٤,٩	٦,٦
Valine	٦,٦	٢,٥	٩,٢	٣,٧	٧,٣
Tryptophan	١,٣	٢,٠	١,٥	—	١,٦
Lysine	٧,٥	٩,١	٦,١	٤,٣	٦,٤
Threonine	٥,٩	٦,١	٨,٤	٥,٩	٥,١
Phenylalanine	٢,٨	٤,٢	٧,٠	٥,٩	٥,٨
Tyrosine	٢,٨	٣,٨	٢,٢	٣,٩	٤,٢
Cystine	١,١	١,٠	٣,٢	—	٢,٤
Methionine	١,٧	٠,٩	١,٢	١,٩	٣,١
Arginine	٩,٥	١٢,١	٩,٣	٧,٩	٦,٥
Histidine	٣,٠	٢,٧	٤,٢	١,٩	٢,٤
مجمــوع الأحمــاض الأمينية الضرورية ماعدا الأرجنين والهستيدين	٤٤,٢	٤١,٦	٥٠,١	٣٨,٤	٥١,٣

وعلى الرغم من احتواء الغزل الفطرى للمشروم على قيمة غذائية معادلة تقريبًا للقيمة الغذائية للأجسام الثمرية، فإن إنتاج الميسيليوم على نطاق واسع لتوفير بروتين رخيص لا يعد أمرًا واقعيًّا كذلك لأنه من غير المحتمل إقبال معظم الناس على استهلاك ميسيليوم المشروم كبديل للمشروم ذاته (عن Manning ١٩٨٥).

العناصر

يحتوى المشروم على تركيزات عالية من كل من البوتاسيوم، والفوسفور، والنحاس،

والحديد، ولكن ينخفض محتواه من الكالسيوم. ويتواجد الفوسفور - بصورة خاصة - بتركيزات عالية في الجسم الثمرى، ويتركز الحديد في الطبقة السطحية. ويمكن للمشروم مد الإنسان بجزء كبير من حاجته اليومية من هذين العنصرين، وكذلك من عنصر البوتاسيوم حيث يكفى استهلاك ٢٠٠ جم من المشروم لحصول الإنسان على حاجته اليومية من هذا العنصر.

ويتراكم النحاس في المشروم العادى بالطبقة السطحية لكل من القلنسوة والخياشيم، ويمكن الحصول على أكثر من ٥٠٪ من حاجة الفرد اليومية من هذا العنصر - والتي تقدر بنحو ١,٥-٢ مجم - باستهلاك ١٠٠ جم من المشروم.

كذلك يمد المشروم الجسم بكميات جوهرية من عناصر أخرى تلعب دورًا في وظائف الإنزيمات، بما في ذلك المنجنيز، والموليبدنم، والزنك بصورة خاصة (عن Manning ١٩٨٥).

وبدراسة محتوى ثمانية أنواع من المشروم من العناصر كان أعلاها محتوى من الفوسفور النوع: *Lepista nebularis* بمتوسط قدره ١٦,٧ جم/كجم وزن جاف، والنوع *Marasmius oreades* بمتوسط قدره ١٦,٩ جم/كجم، ولكن تراوح محتوى الفوسفور في معظم الأنواع بين ٦، و ٧ جم/كجم وزن جاف، كما تراوح محتواها من البوتاسيوم بين ٣٠، و ٤٠ جم/كجم، والكالسيوم بين ٠,٢، و ٠,٣ جم/كجم وزن جاف (Vetter ١٩٩٣).

ونعرض في جداول (١٣-٧)، و (١٣-٨)، و (١٣-٩) محتوى بعض أنواع المشروم من مختلف العناصر.

الفيتامينات

يعد المشروم مصدرًا ممتازًا لكل من فيتامينات: الريبوفلافين riboflavin، وحامض النيكوتينك nicotine acid (النياسين niacin)، ومصدرًا جيدًا لحامض البانتوثنك pantothenic acid. كذلك يرتفع محتوى المشروم من حامض الفوليك folic acid، كما وجد البيوتين biotin في المشروم بتركيزات قدرت بنحو ٦ ميكروجرام/١٠٠ جم وزن طازج.

جدول (١٣–٧): محتوى المشروم العادى *Agaricus bisporus* من العناصر.

العنصر	الكمية فى كل كيلو جرام وزن طازج	العنصر	الكمية فى كل كيلو جرام وزن طازج
النيتروجين	٦,٩ جم	الكوبالت	أقل من ٥ ميكروجرام
البوتاسيوم	٦,٢ جم	النيكل	٠,٠٢ مجم
الكالسيوم	٠,٠٤ جم	الكروم	١٠ ميكروجرام
المغنيسيوم	٠,١٦ جم	السيلينيوم	٣٠ ميكروجرام
الفوسفور	٠,٧٥ جم	الروبيدنم	٤,٢ مجم
الكبريت	٠,٤٨ جم	الألومنيوم	١٤ مجم
الحديد	٧,٨ مجم	البورون	٠,٢٩ مجم
النحاس	٩,٤ مجم	الزئبق	٢٢٠ ميكروجرام
المنجنيز	٠,٨٣ مجم	الكادميم	١٠ ميكروجرام
الزنك	٨,٦ مجم	الرصاص	١٠ ميكروجرام
		الرماد	١٣ جم

جدول (١٣–٨): محتوى بعض أنواع المشروم من العناصر (على أساس الوزن الجاف) (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

العنصر	*P. flabellatus*	*A. campestris*	*V. diplasia*	*L. edodes*
الكالسيوم (مجم/١٠٠ جم)	٢٤	٢٣	٥٨	١١٨
الفوسفور (مجم/١٠٠ جم)	١٥٥٠	١٤٢٩	١٠٤٢	٦٥٠
البوتاسيوم (مجم/١٠٠ جم)	٣٧٦٠	٤٧٦٢	٣٣٣٣	١٢٤٦
الحديد (جزء فى المليون)	١٢٤	١٨٦	١٧٧	٣٠
الزنك (جزء فى المليون)	٥٨,٦	—	—	—
النحاس (جزء فى المليون)	٢١,٩	١٢,٨	—	—

جدول (١٣–٩): محتوى بعض أنواع المشروم من بعض العناصر (مجم/١٠٠ جم وزن جاف) (عن Bahl ١٩٩٤).

النوع	الكالسيوم	الفوسفور	الحديد	الصوديوم	البوتاسيوم
Agaricus bisporus	٢٣	١٤٢٩	٠,٢	—	٤٧٦٢
Lentinus edodes	٣٣	١٣٤٨	١٥,٢	٨٣٧	٣٧٩٣
Pleurotus ostreatus	٩٨	٤٧٦	٨,٥	٦١	—
Volvariella volvacea	٧١	٦٧٧	١٧,١	٣٧٤	٣٤٥٥

ويتميز المشروم – خاصة – بارتفاع محتواه من فيتامين ب١٢ B_{12}، الذى قدر بنحو ٠,٣٢–٠,٦٥ ميكروجرام/جم وزن طازج؛ علمًا بأن احتياجات الفرد البالغ من هذا الفيتامين – الذى يؤدى نقصه إلى الإصابة بالأنيميا الحادة وتدهور فى النخاع الشوكى – تقدر بنحو ميكروجرام واحد يوميًّا؛ بما يعنى إمكان الحصول على أكثر من حاجة الفرد من هذا الفيتامين من ثلاثة جرامات فقط من المشروم.

وبينما يحتوى المشروم على حامض الفوليك folic acid، فإن معظم الخضروات تفتقر إلى هذا الفيتامين (عن Manning ١٩٨٥).

وتتفاوت أنواع المشروم فى محتواها من حامض الأسكوربيك من مجرد آثار كما فى عيش الغراب المحارى *Pleurotus ostreatus* إلى ٨١,٩ مجم/١٠٠جم وزن جاف كما فى عيش الغراب العادى *Agaricus bisporus* (جدول ١٣–١٠)؛ وبذا .. يعد المشروم فقيرًا جدًّا فى محتواه من هذا الفيتامين، كما أنه لا يحتوى على أى قدر من فيتامين أ (عن Bahl ١٩٩٤).

جدول (١٣–١٠): محتوى بعض أنواع المشروم من بعض الفيتامينات (مجم/١٠٠ جم وزن جاف) (عن Bahl ١٩٩٤).

النوع	الثيامين	الريبوفلافين	النياسين	حامض الأسكوربيك
Agaricus bisporus	١,١	٥,٠	٥٥,٧	٨١,٩
Lentinus edodes	٧,٨	٤,٠٩	٥٤,٩	آثار
Pleurotus ostreatus	٤,٨	٤,٧	١٠٨,٧	آثار
Volvariella volvacea	١,٢	٣,٣	٩١,٩	٢٠,٢

ويقدر محتوى المشروم من حامض الفوليك folic acid (بالميكروجرام لكل ١٠٠ جم وزن جاف) بنحو ١٢٢٢ ميكروجرام في النوع *P. flabellatus*، و ٩٣٣ ميكروجرام فى النوع *A. bisporus*.

ويحتوى المشروم (المحارى *P. ostreatus*) على الإرجسترول ergosterol واثنان من إسترات الأحماض الدهنية للإرجسترول، وكذلك على الإرجسترول 4,6,8,22-tetraen-3-one (Chobot وآخرون ١٩٩٧)، علمًا بأن الإرجسترول يتحول فى جسم الإنسان إلى فيتامين د. ويعد ذلك تميزًا للمشروم على جميع محاصيل الخضر الأخرى التى تفتقر تمامًا لفيتامين د. هذا .. وقد تراوح تركيز الإرجسترول فى الأجسام الثمرية لهذا الفطر بين ٠,١٢٤، و ٠,٤٦٩ مجم ٪ على أساس الوزن الجاف، وحُصل على أعلى تركيز من الإرجسترول عندما زرع هذا الفطر على بيئة من مخلفات البن فى ضوء النهار (Trigos وآخرون ١٩٩٧)، كذلك كان تركيز الإرجسترول ٠,٤٧٧ مجم ٪ فى الفطر *P. sajor-caju* عندما زرع فى البيئة ذاتها (Trigos وآخرون ١٩٩٦).

الأهمية الطبية

وجد أن بعض أنواع الشروم الشائعة فى اليابان، مثل: *Lentinus edodes*، و *Tricholoma matsutake*، و *Pholiota nameke* تحتوى على مركبات عديدة التسكر كانت ذات تأثير قوى فى منع النموات السرطانية فى فئران التجارب، وكان أشدها تأثيرًا المركب لنتينان lentinan – وهو مركب عديد التسكر – وذلك من بين ستة مركبات أمكن عزلها من الفطر *Lentinus edodes*.

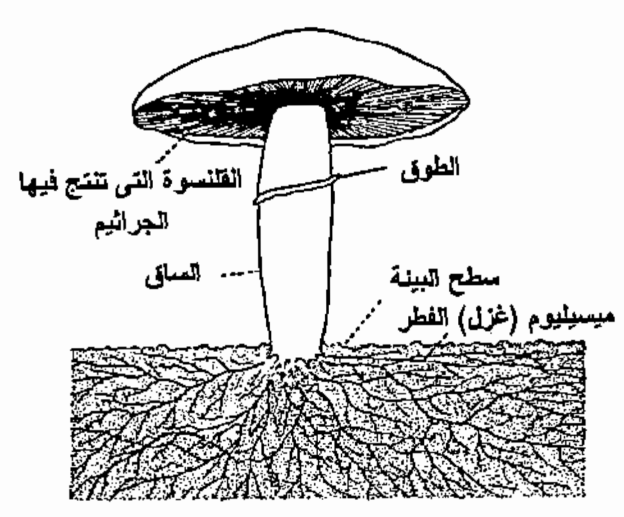
كذلك أمكن فى *A. bisporus* عزل مركب آخر مضاد للإصابات السرطانية، هو الرتين retine، وهو أبسط مركبات مجموعة الـ α-keto aldehydes.

وينسب لبعض أنواع المشروم قدرتها على خفض محتوى الكوليسترول فى الدم (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

الوصف النباتى، ودورة الحياة

يأخذ نبات عيش الغراب الكامل النمو شكل المظلة، ويتكون من: الهيفات

(الميسيليوم)، والساق، والقلنسوة. تبدأ دورة حياة الفطر بإنبات الجراثيم معطية الهيفات، وهى الخيوط الدقيقة التى يتكون منها جسم الفطر. تمتد الهيفات تحت سطح التربة، وتكون طبقة رقيقة صلبة نوعًا ما، أو كتلة سميكة، وتتميز برائحة تشبه رائحة اللوز، وبذا يمكن تمييزها عن هيفات الفطريات المسببة للأعفان. تنمو ساق الفطر من الهيفات، وتمتد فوق سطح التربة، وهى أسطوانية الشكل متشحمة، يبلغ قطرها ٢,٥ سم، ويتراوح طولها بين ٥ و ١٣ سم، وتتميز بوجود طوق يحيط بها فى نصفها العلوى، وتتكون القلنسوة فى قمة الساق. وتشكل الساق والقلنسوة معًا ما يعرف بالجسم الثمرى (شكل ١٣-١).

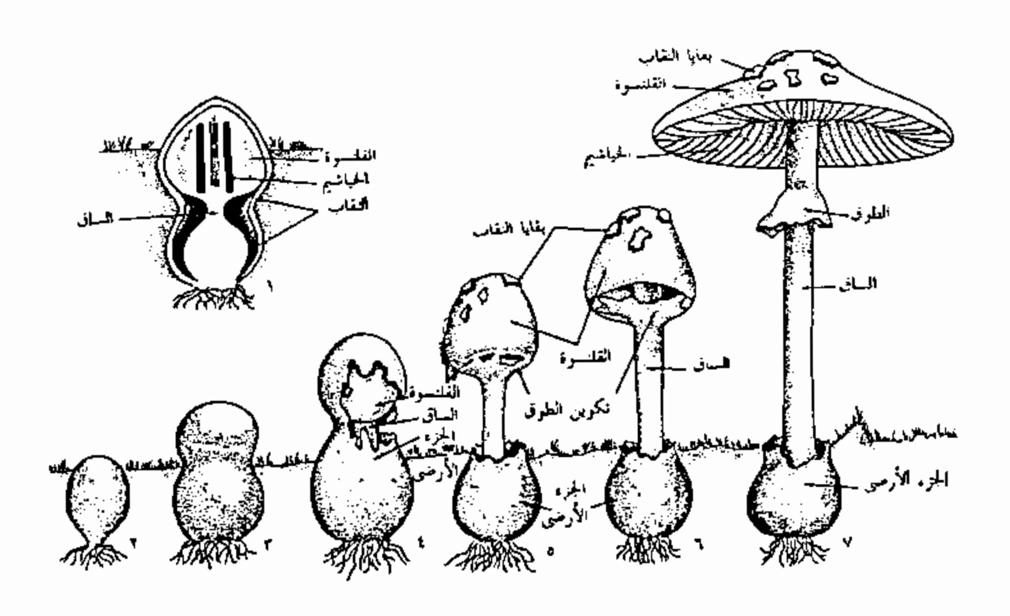


شكل (١٣-١): رسم تخطيطى لنبات عيش غراب مثمر من النوع *Psalliota campestris* (عن **Brimble** وآخرين ١٩٥٣).

يبدأ الجسم الثمرى (أو الحامل الجرثومى) فى التكوين من هيفات الفطر تحت سطح التربة، ويكون فى البداية كروى الشكل، وصغير الحجم، ومتجانس التركيب. وتبدأ أنسجة الجسم الثمرى فى التمييز عندما يصبح فى حجم حبة الحمص؛ فتتكون ساق قصيرة (العنق)، تبرز فوق سطح التربة وتستطيل تدريجيًا، وتحمل الساق فى قمتها جسمًا نصف كروى، يكون فى البداية مماثلاً للساق فى القطر، ومحاطًا بنسيج رقيق، ثم يزداد قطره تدريجيًا ليكون القلنسوة، ويتمزق النسيج الرقيق المحيط بها عن الساق تاركًا وراءه طوقًا، يبقى متصلاً بالساق فى نصفه العلوى.

يختلف قطر المظلة باختلاف الأنواع والأصناف والظروف البيئية السائدة، ويختلف لونها فى المشروم العادى ما بين الأبيض الناصع كما فى الصنف ألاسكا Alaska، والسمنى كما فى كولومبيا Columbia، والبنى كما فى بوهيميا Bohemia. وتحمل المظلة فى سطحها السفلى صفائح رقيقة تمتد من الساق إلى حافة المظلة. يكون لون الصفائح قرنفليًا فى البداية، ثم يدكن اللون – تدريجيًا – بتقدم عمر الفطر حتى يصبح أسود فى النهاية، ويرجع لونها إلى لون جراثيم الفطر البازيدية التى تحمل على حوامل بازيدية توجد فى هذه الصفائح. هذا .. وتكون الخياشيم خلال المراحل المبكرة للنمو مغطاة بغشاء شفاف (نقاب أو خمار veil) يمتد من حافة القبعة إلى الساق. ومع نمو القبعة، يُمط الغشاء إلى أن يُقطع؛ مما يؤدى إلى كشف الخياشيم. وتنتج الجراثيم الميكروسكوبية الحجم فى هذه الأجسام الثمرية.

ويبين شكل (١٣-٢) مراحل تطور وتكوين أحد أنواع المشروم *Amanita* spp.، وهو نوع سام.



شكل (١٣-٢): مراحل تطور وتكوين النوع السام *Amanita* spp. (عن Weier وآخرين ١٩٧٤).

الفصل الرابع عاشر

إنتاج أنواع عيش الغراب الهامة

إنتاج عيش الغراب العادى

ينتج عيش الغراب العادى *Agaricus bisporus* (Lange) Sing. فـى مـزارع تجاريـة غالبيتها كبيرة، ويقدر إنتاج عيـش الغـراب العـادى (*Agaricus* spp.) بنحـو ٣٥٪ مـن الإنتاج العالمى على الرغم من أن الإنتاج العالمى من الأنواع الأخرى قد ازداد كثيرًا خلال العقدين الأخيرين.

لقـد كانت بدية زراعة عيش الغراب العاى فى الكهوف بـالقرب مـن بـاريس حـوالى عـام ١٧٠٠. وبسـبب الظـروف البيئيـة داخـل الكـهوف مـن حيـث الحـرارة المنخفضـة والرطوبة النسبية العالية، فإنـها كـانت مناسـبة لزراعـة عيـش الغـراب. هـذا .. إلاَّ أن الكهوف لم تكن دائمًا متوفرة، كما كان من الصعب التحكم فى بقائـها دائمًـا فـى حالـة نظيفة؛ مما أدى إلى انتقال زراعة المشروم تدريجيًّا إلى مبـان خاصـة مجـهزة فـوق سـطح التربة. وعلى الرغم من ذلك .. فإن بعض الإنتاج مازال مستمرًا فى الكهوف.

وفى حوالى عام ١٩٣٥ بدأ إحلال الرفوف والطاولات محل المراقد الأرضية؛ مما أدى إلى زيادة مسطح الزراعة داخل مبانى الإنتاج (شكل ١٤-١، يوجد فـى آخـر الكتـاب). وكنت تلك الرفوف والطاولات ثابتة فى مكانها فى بادئ الأمر؛ مما استدعى إجراء كـل العمليات الزراعية وهى فى مكانها، ولكن تم التحول بعـد ذلـك إلى اسـتعمال الطـاولات المتحركة؛ مما جعل بالإمكان إجراء مختلف العمليـات مـن البسـترة إلى الحصـاد بكفـاءة أكبر.

وقد أمكن إنتاج عيش الغراب بشكل اقتصادى فى بيوت (أقبية) بلاسـتيكية، مغطـاة بأغشية البوليثيلين الأسـود، ومـزودة بوسـائل التـبريد، والتدفئـة، والتهويـة، وبـالمراقد المناسبة لزراعة الفطر وإنتاجه. لذا .. فإن عيـش الغـراب يعـد مـن محـاصيل الزراعـات المحمية كذلك .

الشروط العامة لنجاح زراعة المشروم العادى

إن من أهم شروط نجاح إنتاج عيش الغراب العادى *Agaricus bisporus*، ما يلى:

١ – توفير درجة الحرارة المناسبة، وهى: ٢٢–٢٥°م أثناء نمو الميسيليوم، تنخفض أثناء النمو الثمرى إلى ١٤–١٨°م، مع ضمان استمرار ثبات درجة الحرارة؛ حيث يؤدى انخفاض درجة الحرارة عن تلك الحدود إلى وقف نمو المشروم، بينما يؤدى ارتفاعها إلى تحفيز نمو الأعفان الفطرية والبكتيرية.

٢ – توفير المحتوى الرطوبى المناسب فى الكومبوست وغطاء التربة (الـ casing)، مع إضافة الماء على صورة رذاذ دقيق.

٣ – توفير رطوبة نسبية قريبة من درجة التشبع.

٤ – توفير تهوية جيدة لأجل المحافظة على ظروف بيئية ملائمة، والتخلص من الغازات السامة.

ويستدل من عديد من الدراسات أن ثانى أكسيد الكربون يجب أن تتراوح نسبته بين ٠,١٠، و ٠,١٥٪ بالحجم خلال مرحلة إنتاج المحصول (مرحلة الإثمار)؛ الأمر الذى يمكن تحقيقه بتغيير هواء عنبر الإنتاج بمعدل ٤–٦ مرات كل ساعة، أو إدخال ٣م٣ من الهواء/م٢ من مراقد الزراعة فى الساعة. وبدقة أكبر، فإن معدل التهوية المثالى هو – عند ١٦°م – متر مكعب من الهواء/م٢ من مراقد الزراعة فى الساعة لكل كيلو جرام من المشروم المنتَج، علمًا بأن كل ارتفاع قدره درجة واحدة مئوية عن ١٦°م يؤدى إلى زيادة إنتاج ثانى أكسيد الكربون بمقدار ٢٥٪، ويعنى ذلك ضرورة زيادة معدل التهوية بنسبة ٢٠٪. ويجب أن يراعى عند التهوية عدم تعريض الأجسام الثمرية للمشروم لأى انخفاض حاد فى الرطوبة النسبية حتى لا تتعرض للفقد الرطوبى.

٤ – استعمال سباون جيدة، وهى التى تتوفر فيها الشروط التالية:

أ – أن تكون سلالة منتخبة من نبات (مشروم) واحد ذو مواصفات قياسية.

ب – يجب أن يتوفر فى المزرعة ما يلى: أن تكون البيئة مغطاة بالميسيليوم الأبيض، ومتجانسة، وخالية تمامًا وقت إخراجها من العبوة من كل أنواع الكائنات الدقيقة الأخرى، وعلى الرغم من أن بعض حالات التلوث يمكن التعرف عليها بمجرد

النظر إلى المزرعة، فإن أكثر الحالات يصعب تمييزها بالنظر فقط، وقد يمكن أحيانًا التعرف على التلوث من وجود روائح قوية غريبة.

ه – وجود مكان مناسب للإنتاج، وهو الذى تتحقق فيه الشروط التالية:

أ – أن يكون جيد التهوية.

ب – ألا تتعرض المراقد لضوء الشمس المباشر، علمًا بأن الضوء المنتشر لا يضر بالمشروم.

جـ – ألا تزيد حرارة الغرفة عن ٢٠°م خلال فترة النمو.

د – توفر وسائل التدفئة التى يتعين الاستعانة بها لرفع درجة الحرارة عند اللزوم.

هـ – توفر عزل جيد وحماية جيدة ضد التقلبات الحادة فى درجات الحرارة.

و – ألاّ يكون المكان زائد الرطوبة.

ز – سهولة غلق كل وحدات (غرف) الإنتاج بإحكام؛ ليمكن تبخيرها وتطهيرها.

حـ – توفر مصدر قريب للماء العذب.

ط – توفر مكان قريب لتجهيز الكومبوست مع سهولة إدخاله لمكان الإنتاج، وسهولة التخلص من الكومبوست المستهلك (عن Bahl ١٩٩٤).

حجرات الإنتاج

ينتج المشروم العادى – عادة – فى حجرات نمو مساحة كل منها ٢٠٠م^2 وتطل على ممر يفصل بينها. تزود كل حجرة بنحو ١١ صفًا من الحوامل، بكل منها أربعة حوامل، ويتسع كل حامل لأربعة أو خمسة أرفف، تبلغ أبعادها ١,٢ × ١,٧٥ م؛ وبذا يكون بكل حجرة ١١ × ٤ × ٥ = ٢٢٠ رفًا، يبلغ مجموع مساحتها ٢٢٠ × ١,٢ × ١,٧٥ = ٤٦٢ مترًا مربعًا.

يحتاج كل متر مربع من المسطح الإنتاجى إلى ٨٥ كجم من الكومبوست؛ مما يعنى احتياج كل حجرة نمو إلى ٣٩ طنًا من الكومبوست فى كل دورة؛ بينما يكون المحصول المتوقع إنتاجه فيها ٤٦٢م × ١٦ كجم للمتر المربع = ٧٣٩٢ كجم من الثمار فى الدورة الواحدة؛ أى حوالى ٣٠ طنًا من الثمار سنويًا لكل حجرة نمو.

وجدير بالذكر أن تصميم حجرة النمو المثلى يتمثل فى البساطة، مع توفر المواصفات التالية :

١ – أن تكون الجدران مزدوجة ومعزولة حراريًا، ويمكن استعمال الطوب المفرغ لهذا الغرض.

٢ – وضع مظلة فوق السطح بارتفاع حوالى متر ونصف المتر، بهدف عزل حرارة الشمس.

٣ – أن يكون باب الحجرة محكم الإغلاق.

٤ – أن تتم دورة التهوية من خلال مرشح لتنقية الهواء من ذرات الغبار وما يحمله من ميكروبات غير مرغوب فيها (عن أحمد ١٩٩٥ ب).

الاحتياجات البيئية

تختلف الاحتياجات البيئية لنبات عيش الغراب باختلاف مرحلة النمو التى يمر بها الفطر، والتى يمكن تقسيمها إلى ثلاث مراحل كما يلى :

١ – مرحلة إنبات الأبواغ الفطرية وتكوين الميسيليوم.

٢ – مرحلة تهيئة تكوين النمو الثمرى، وتغطى النموات المتكونة أثناءها بطبقة من التربة، أو البيتموس، أو المكمورة.

٣ – مرحلة تكوين الجسم الثمرى ونموه.

ويبين جدول (١٤–١) احتياجات الفطر من الحرارة، والرطوبة النسبية، وغاز ثانى أكسيد الكربون، والتهوية خلال مختلف مراحل نموه. يلاحظ أن انخفاض درجة الحرارة أو ارتفاعها عن المجال المناسب يسبب انخفاضًا فى كمية المحصول ونوعيته؛ فيؤدى انخفاض الحرارة عن الدرجة الصغرى إلى بطء النمو ونقص المحصول، ويؤدى انخفاضها – إلى درجة التجمد – إلى إيقاف النمو الفطرى، ويؤدى ارتفاعها عن المجال المناسب إلى استطالة الساق، وتكوين أجسام ثمرية صغيرة، وسرعة تفتح المظلة، مع زيادة فى نشاط الحشرات الضارة.

جدول (١٤-١): الاحتياجات البيئية لنبات عيش الغراب فى مختلف مراحل نموه (عن بــــوراس ١٩٨٥).

الاحتياجات البيئية	مرحلة النمو		
	نمو الميسيليوم	تهيئة تكوين النمو الثمرى	النمو الثمرى
درجة حرارة الهواء (م):			
المثلى	٢٠-٢٣	١٧-٢٠	١٥-١٧
العظمى	٣٠	٢١	٢٢
الصغرى	١٥	١٣	١١
درجة حرارة الوسط (م):			
المثلى	٢٢-٢٥	١٨-٢٢	١٦-١٨
العظمى	٢٨	٢٦	٢٨
الصغرى	١٨	١٦	١٣
رطوبة الهواء النسبية (٪):			
المثلى	٩٣-٩٨	٩٣-٩٨	٨٥-٨٨
العظمى	٩٩	٩٥	٩٥
الصغرى	٨٥	٨٥	٧٥
تركيز غاز CO_2 فى الهواء:			
المستوى المناسب	٠,٥	٠,٠٥-٠,١٥	٠,٠٥-٠,١٥
الحد الأقصى	٢,٠	٢,٠	٣,٠
الحاجة إلى التهوية (م^3/م^2 من المساحة المستغلة)	قليلة جدًا	١-٤	٤-٧

يتضح مما سبق بيانه عن الاحتياجات البيئية لعيش الغراب العادى أن إنتاجه يجب أن يكون فى مكان لا يدخله ضوء الشمس المباشر، تتراوح حرارته بين ١٥ و ١٧°م، وعلى ألا تقل عن ١٠°م، وألاّ تزيد عن ٢٥°م، وأن تكون رطوبته النسبية عالية، وتتراوح بين ٨٥ و ٩٥٪ أثناء نمو الميسيليوم، وبين ٧٥، و ٨٥٪ عند تكوين الجسم الثمرى.

يراعى أن تُهوّى أماكن إنتاج عيش الغراب؛ بما يسمح بجفاف المراقد قليلاً إلى الحد

الذى يستلزم رشها رشًا خفيفًا بالماء مرة واحدة يوميًا، علمًا بأن نسبة الرطوبة في بيئة النمو يجب ألا تقل عن ٦٠-٦٥٪ من وزنها الجاف. ويتطلب إنتاج الفطر أن يكون الرقم الأيدروجينى (pH) لبيئة النمو ٦,٧.

يتطلب إنتاج الفطر - أيضًا - ألا يسمح بتراكم غاز ثانى أكسيد الكربون فى غرف النمو، وتبدأ ظهور أضرار التعرض للغاز عندما تصل نسبته إلى ١٪، وتكون الأجسام الثمرية قصيرة إذا ارتفعت نسبة الغاز إلى ٥٪، وقد تموت فى هذه الظروف. ولا تصل نسبة الغاز إلى هذا المستوى إلاّ إذا أحكم إغلاق بيوت الإنتاج لمدة يوم كامل أو أكثر بدون تهوية. هذا .. ويراعى ألا يصل ضوء الشمس المباشر إلى مراقد الزراعة، أما التعرض للضوء غير المباشر .. فلا ضرر منه.

مجمل العملية الإنتاجية

يمكن إجمال العملية الإنتاجية لعيش الغراب كما يلى، علمًا بأن الأرقام المبينة - لمدة كل مرحلة - تقريبية، وتتوقف على الظروف البيئية إلى حد كبير:

١ - خلط المواد الأولية اللازمة لعمل المكمورة compost، وكمرها، وبسترتها، ويستغرق ذلك عادة نحو ١٤ يومًا، ويلى ذلك ملء المراقد بالمكمورة.

٢ - يُحصل على ميسيليوم الفطر (السباون) Spawon، وهو نامٍ على بيئة من الحبوب من المصادر التجارية المتخصصة.

٣ - تلقح المكمورة بالسباون، وهو ما يعرف باسم Spawning.

٤ - ينمو الميسيليوم فى المكمورة من اليوم الرابع عشر إلى اليوم الثامن والعشرين، ويتخلل جميع أجزائها، وتعرف هذه المرحلة باسم Spawn run.

٥ - تضاف طبقة من التربة أو البيتموس - بسمك ٣ سم - على سطح المراقد فى اليوم الثامن والعشرين، وهى العملية التى تعرف باسم casing.

٦ - ينمو الميسيليوم فى طبقة التربة أو البيتموس المضافة من اليوم الثامن والعشرين إلى اليوم الثامن والثلاثين.

٧ - تظهر مبادئ ثمار عيش الغراب fruit initials (أو الدبابيس pins) خلال الفترة من اليوم الثامن والثلاثين إلى اليوم السادس والأربعين، وتكون على شكل جسيمات

صغيرة كروية الشكل، تظهر على سطح التربة أو البيتموس، وتعرف هذه المرحلة باسم pinning.

٨ – تنمو الأجسام الثمرية معطية أول دفعة (flush) من المحصول خلال الفترة من اليوم السادس والأربعين إلى اليوم الثانى والخمسين، ويكتمل نمو هذه الثمار خلال الفترة من اليوم الثانى والخمسين إلى اليوم السادس والخمسين.

٩ – يبدأ حصاد عيش الغراب ابتداءً من اليوم السادس والخمسين، ويستمر الحصاد كل عشرة أيام حتى اليوم الثانى عشر بعد المئة (عن San Antonio ١٩٧٥).

تحضير بيئة الزراعة (المكمورة أو الكومبوست)

يعتبر تحضير بيئة زراعة ونمو الفطر أولى الخطوات الضرورية فى العملية الإنتاجية؛ لأن الفطر غير ذاتى التغذية Heterotrophic، ولا يمكنه تجهيز حاجته من المواد العضوية من مصادر غير عضوية، بل لابد له من أن يحصل عليها جاهزة من بيئة النمو. وأكثر بيئات النمو شيوعًا فى زراعة المشروم العادى، هى: المكمورة، أو الكومبوست، ويحصل عليها من المخلفات العضوية بعد أن تتخمر فيما يعرف بعملية الكمر composting.

وقد تعوّد منتجو عيش الغراب استعمال سبلة الخيل – خاصة فرشة القش مع الروث والبول – فى تحضير المكمورة. ومازالت سبلة الخيل هى أفضل المكونات لعمل الكومبوست، إلاّ أن تناقص أعداد الخيل – الذى كان يعتمد عليه فى الدول الغربية فى العمل الزراعى – أدى إلى تناقص الكميات المتاحة منها. ولذا .. بدأ الاعتماد على مخلفات (روث) الماشية فى تحضير الكومبوست، ويعتبر السماد الطازج أفضل من القديم، علمًا بأن تلك الأسمدة تتفاوت كثيرًا فى خصائصها حسب مصدرها الحيوانى، ومحتواها الرطوبى، ومحتواها من التربة والقش. هذا .. إلا أن نمو عيش الغراب لا يتطلب بالضرورة وجود أى سماد حيوانى فى المكمورة، حيث يوجد عديد من الكامير التى تحضر بخلط نسب معينة من مواد عضوية مختلفة، مثل قش الأرز، وتبن القمح، وحطب القطن، وقوالح الذرة، بالإضافة إلى اليوريا والجبس الزراعى، وغير ذلك مما سيأتى بيانه.

تتحلل المادة العضوية أثناء عملية الكمر - بواسطة الكائنات الدقيقة التى تتكاثر عليها، وتصبح بعدها بيئة صالحة لنمو عيش الغراب. وتستغرق عملية الكمر مدة تتراوح من أسبوعين إلى سبعة أسابيع حسب مكونات المكمورة، وتتطلب معاملات خاصة؛ لكى تتم عملية التخمر على أكمل وجه؛ حتى تكون نواتج التحلل مناسبة لنمو فطر عيش الغراب على حساب نمو الكائنات الدقيقة الأخرى، علمًا بأن تلك العملية تحول المركبات الكربوهيدراتية المعقدة غير المناسبة للمشروم إلى صور مناسبة لتغذيته.

مجمل عملية تحضير الكومبوست

تمر علية تحضير الكومبوست بالخطوات التالية:

١ - تخلط مكونات المكمورة جيدًا، وتبل بالماء، ويضاف إليها الجبس بمعدل ٣٠ كجم/طن من الوزن الطازج أثناء عملية الخلط. يمنع الجبس المضاف حالة التشحم greasiness التى تنشأ من تكوّن مواد غروية غير مرغوب فيها أثناء عملية التحلل.

٢ - توضع المكمورة بعد ذلك فى كومات كبيرة، يبلغ عرضها ١,٥-٣م، وارتفاعها ١,٥-٢م، وبأى طول.

٣ - تقلب الكومة كل ١-٤ أيام حسب درجة الحرارة السائدة، حيث يكون التقليب يوميًا فى الجو الحار. ويضاف الماء أثناء التقليب - حسب الحاجة - كما تضاف أية مادة عضوية تحتوى على آزوت بنسبة لا تقل عن ٤٪ على أساس الوزن الجاف، مثل: زرق الدواجن، أو الحبوب المتخلفة عن صناعة المشروبات المتخمرة. وتتوفر آلات خاصة بعملية تقليب المكمورة، والتى تستغرق من ٥-٢٠ يومًا، وتتراوح حرارة المكمورة أثناءها من ٥٠-٨٥°م، وينتج عنها تكوّن مادة عضوية متجانسة، قاتمة اللون، متحللة جزئيًا، ويتراوح محتواها الرطوبى من ٧٠-٧٥٪، على أساس الوزن الجاف. وتعرف مرحلة التحلل الأولى هذه باسم Phase I، أو Peak Heating (عن San Antonio ١٩٧٥).

ومن الأهمية بمكان تقليب الكومة بانتظام خلال تلك المرحلة، وذلك بمجرد ارتفاع حرارة مركز الكومة إلى ٧٠-٨٥°م، حيث تقلب الأجزاء الخارجية منها نحو الداخل، وتترك إلى أن ترتفع حرارتها مرة أخرى. ويتطلب الأمر - عادة - قلب الكومة ٣ أو ٤

مرات كل ٤-٥ أيام قبل أن تصبح جاهزة للاستعمال. ويتوقف طول فترة الكمر على المواد المستخدمة في عمل المكمورة ودرجة الحرارة التي يتم الوصول إليها.

هذا .. ويجب عدم اعتراض أو تعطيل عملية الكمر؛ فيلزم عدم ضغط الكومة، أو زيادة رطوبتها عما ينبغي، أو تعريضها للأمطار الغزيرة؛ لأن ذلك يقلل من المسافات البينية التي يفترض أن يشغلها الهواء؛ وهي التي بدونها يصبح الجو الداخلي للمكمورة خالٍ من الأكسجين. كما ينبغي عدم انخفاض رطوبتها عن المستوى المناسب لكي لا يضعف النشاط الميكروبي فيها. وتؤدي فترة الكمر الطويلة إلى فقد العناصر المغذية .. وإذا لم تكتمل عملية الكمر فإن التحلل قد يستمر فيما بعد، مما يؤدي إلى حدوث ارتفاع غير مرغوب فيه في درجة الحرارة.

تقوم الكائنات الدقيقة الموجودة طبيعيًّا في مكونات الكومبوست - ومعظمها عبارة عن أكتينوميسيتات، وبكتيريا، وفطريات محبة للحرارة - تقوم بالنمو والتكاثر والنشاط خلال المراحل الأولى من الكمر؛ مما يرفع حرارة الكومبوست خلال مرحلة الإعداد الأولى إلى ٦٠-٦٣°م، وتموت تلك الكائنات ذاتها بفعل الحرارة التي تنتج من العمليات الأيضية أثناء تحلل المادة العضوية. وتعتبر عملية التحلل تلك هي أولى مراحل بسترة الكومبوست. وعلى الرغم من أن الكومبوست في هذه المرحلة لا يصبح ساخنًا بما يكفي للتخلص من الكائنات المرضة والآفات فإن أعدادها تنخفض بدرجة كبيرة؛ مما ينتج عنه بيئة شبه معقمة.

وتجدر الإشارة إلى أن النشاط الميكروبي الذي يحدث أثناء الكمر يؤدي إلى تحلل المركبات الكربوهيدراتية البسيطة، مثل السكريات والنشا والبكتين، بينما تتبقى المركبات المعقدة مثل السليلوز واللجنين، وهي التي تُحلِّلها هيفات عيش الغراب بعد ذلك.

٥ - تعبئة الكومبوست وبسترته:

التعبئة هي عملية وضع الكومبوست في مكان الإنتاج، ويجب أن يتم ذلك بكيفية تسمح بالتجانس التام في كل من كثافة الكومبوست وسمك (أو عمق) الطبقة المضافة منه، وتلك عملية يتم ميكنتها في المزارع الكبيرة. ويكفي عادة طن من الكومبوست

لإعداد مساحة للزراعة تبلغ حوالى ١١م٢ حتى عمق ١٥ سم. وتبعًا لنوع الكومبوست .. فإنه قد يتطلب ضغطًا خفيفًا عليه بعد وضعه في مراقد الإنتاج. هذا إلا أن الكثافة النوعية للكومبوست تزداد بمرور الوقت، وإذا ما ازدادت بشدة فإن إنتاج المشروم يتأثر سلبيًا. ويجب أن تكون عملية إضافة الكومبوست للمراقد سريعة لكى لا يفقد كثيرًا من حرارته أثناء ذلك.

يلى تعبئة الكومبوست مباشرة – وبسرعة – تسخين المراقد بما فيها من كومبوست (بسترتها pasteurization، أو تعريقها sweating out)، بهدف الحد من التلوث الميكروبى الذى ربما يكون قد حدث أثناء تعبئة المراقد أو إعداد بيئة الزراعة. يؤدى التسخين إلى التخلص من الكائنات الدقيقة، الفطريات المنافسة للمشروم، والآفات مثل النيماتودا والحشرات والعناكب. ويعد الحفاظ على مستوى عال من قواعد النظافة العامة ضروريًا لنجاح العملية الإنتاجية. وعلى الرغم من أن التسخين قد يحدث ذاتيًا إلا أنه يفضل توفير مصدر خارجى لذلك. فإذا لم ترتفع حرارة الكومبوست ذاتيًا إلى حوالى ٦٠°م لزم الاستعانة بالبخار أو أى مصدر حرارى آخر لرفع حرارة المكان إلى حوالى ٦٠°م لعدة أيام. وتجدر ملاحظة أن ارتفاع الحرارة إلى ٦٢–٦٣°م يقلل من القيمة الغذائية للكومبوست، وأن الحد الأدنى الذى يجب أن تصل إليه حرارة الكومبوست – في كل جزء منه – هو ٥٧°م لمدة لا تقل عن ٥ ساعات (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

ومن أهم فوائد عملية التسخين – كذلك – التخلص من الأمونيا التى ربما قد يصل تركيزها أثناء عملية الكمر الأولى إلى ٠.٠٧٪ أو أكثر، وتلك نسبة قاتلة لهيفات فطر عيش الغراب؛ علمًا بأن حاسة الشم لدى الإنسان لا يمكنها التعرف على رائحة الأمونيا عند تركيز يقل عن ٠,١٪.

وإذا سمحت الظروف الجوية .. فإن عملية البسترة يمكن أن تتم بالسماح للكومبوست بأن ترتفع حرارته ذاتيًا إلى ٧٠–٧٥°م بواسطة الحرارة الناتجة من عملية التخمر، ويستغرق ذلك – عادة – نحو ثلاثة أيام، ويحافظ على هذا المدى الحرارى إلى أن تختفى تمامًا رائحة الأمونيا (حيث يجب ألا تزيد نسبتها عن ٠,٠٠٠٥٪)، وهو ما يتطلب نحو ٢٤ ساعة، ثم تهوى الخلطة جيدًا – بعد ذلك – إلى أن تصل حرارة

الكومبوست إلى ٢٥°م وتتطلب عملية البسترة بهذه الطريقة – عادة – من ١٠–١٢ يومًا (Sims & Howard ١٩٧٩).

٦ – يسمح للكومبوست بعد ذلك بالبرودة تدريجيًا، حيث تتبقى فيه الكائنات الدقيقة التى تحملت الحرارة العالية thermophyllic microorganisms، حيث تستخدم الأمونيا الموجودة بالكمبوست فى بناء البروتين الذى يدخل فى تركيبها، الذى يتيسر – فيما بعد – لنمو المشروم. ويتطلب ذلك فترة ١٠–١٤ يومًا على حرارة ٢٤–٢٦°م يستمر خلالها النشاط الميكروبى إلى أن يصبح الكومبوست صالحًا لإنتاج المشروم.

تأثير طبيعة ونوعية المواد العضوية الداخلة فى إنتاج الكومبوست على جودته

إن أفضل أنواع الكومبوست المستخدم فى إنتاج المشروم العادى هو ما ينتج من سبلة الخيل مع فرشتها من القش وما تحويه من بول الخيل؛ حيث تعطى تلك المكونات عند كمرها كومبوست مثالى لا يحتاج إلى أية إضافات، ولكن إذا لم تتضمن المخلفات كل بول الحيوانات فإنه تلزم إضافة بعض النيتروجين، وكذلك تلزم إضافة بعض القش إن لم تكن فرشة الأرز قد استعملت فى جمع المخلفات. وتعد سبلة الخيل أفضل من سبلة الماشية فى إنتاج كومبوست المشروم، ولا بأس من خلطهما بنسبة ٢ سبلة خيل : ١ سبلة ماشية.

والمشكلة فى سبلة الماشية ترجع إلى التفاوت الكبير فى مدى استعمال القش فى عمل الفرشة، ومحتواها الرطوبى، وطرق جمعها وتخزينها، ومدة تخزينها. هذا .. ولا يفيد استعمال المخلفات التى خزنت لفترة طويلة لأنها تكون قد تحللت بالفعل بدرجة كبيرة وفقدت القدرة على توليد الحرارة ذاتيًا. لذا .. يفضل دائمًا استعمال المخلفات الحديثة التى مازال يحتفظ القش فيها بلونه الأصلى. ومن المهم ألاّ تزيد نسبة القش فى المخلفات عن الحد المناسب لكى لا يصعب كمرها حيث تبقى صلبة وإسفنجية، وألاّ تقل نسبته عن المستوى المناسب حتى لا تتكون مكمورة شديدة الانضغاط تكثر بها المناطق اللاهوائية. هذا .. ولا يضاف إلى مخلفات الماشية عند عمل الكومبوست أى شئ آخر غير الجبس.

ويمكن عند وجود توازن بين القش (أو أى مخلفات نباتية جافة) والمخلفات النباتية

الخضراء تجهيز كومبوست جيد للمشروم؛ حيث تقوم المادة الخضراء بالاحتفاظ بالرطوبة وامتصاص الماء المضاف على التو وتتحلل بصورة مباشرة، وترتفع الحرارة، ويصبح الكومبوست جاهزًا فى خلال أيام قليلة. توفر المادة الخضراء فى هذا المخلوط النيتروجين والعناصر للكائنات الدقيقة التى تقوم بتحليل القش، إلا أنه قد تلزم أحيانًا إضافة النيتروجين المعدنى للمخلوط تبعًا لمكوناته ومدى غناها أو فقرها فى الآزوت.

ومن المكونات الأخرى الجافة التى يمكن أن تدخل فى عمل الكومبوست غير قش الحبوب .. قوالح الذرة المسحوقة، وقلف الأشجار، والأوراق، وباجاس قصب السكر، ونشارة الخشب (عن Bahl ١٩٩٤).

كذلك يعد زرق الدواجن من أهم الإضافات للكمبوست، وهو يحتوى على ٣٥-٤٠٪ مادة عضوية، ويتراوح محتواه من النيتروجين - قبل جفافه - بين ٢، و ٣٪. ومن أهم مزايا إضافة زرق الدواجن إلى خلطة الكمبوست أنه يسرع من عمليات التخمر، ويشجع النشاط الميكروبى خلال المراحل الأولى لعملية الكمر.

ولكى يكون الكومبوست المستعمل فى إنتاج المشروم جيدًا، فإن نسبة الكربون إلى النيتروجين فى المنتج النهائى يجب أن تتراوح بين ١٥ : ١، و ١٧ : ١، وأن يتراوح محتواه من النيتروجين بين ١,٨، و ٢,٠٪، وتلك أمور تتأثر بكل من نسبة الكربون إلى النيتروجين فى المواد الأولية التى تدخل عمل الكومبوست، ومحتواها من النيتروجين، كما تتأثر بالإضافات الأخرى غير العضوية لخلطة المكونات الأولية للكمبوست.

هذا .. وتبلغ نسبة الكربون إلى النيتروجين ٨٠ : ١ فى القش، و ٣٠ : ١ فى روث الخيل، و ١٠ : ١ فى الكائنات الحية الدقيقة التى تزداد أعدادها عند تخمر الكومبوست، وهى التى تستهلك خلال نشاطها قدرًا كبيرًا من الكربون الذى ينطلق على صورة ثانى أكسيد الكربون؛ مما يؤدى إلى اقتراب نسبة الكربون إلى النيتروجين فى الكومبوست إلى المستوى المرغوب فيه. ولكن إن لم يتوفر النيتروجين بالمستوى المناسب فى خلطة الكومبوست منذ البداية، فإن الفاقد فى الكربون الذى يلزم للوصول إلى التوازن المطلوب بينه وبين النيتروجين يكون كبيرًا. ونظرًا لأن المحتوى الآزوتى

لمخلفات المحاصيل النجيلية التى تستعمل فى عمل الكومبوست يكون منخفضًا – حيث يتراوح بين ٠,٣٪، و ٠,٥٪ – فإنه تفيد كثيرًا إضافة زرق الدواجن، وقد يستعاض عنها – جزئيًا – بإضافة اليوريا أو نترات الأمونيوم كمصدر للنيتروجين.

ويبلغ الفقد فى المادة الجافة من مكونات الكومبوست أثناء إعداده حوالى ٣٥–٤٠٪ خلال مرحلة الكمر الأولى، وحوالى ٢٠–٢٥٪ خلال المرحلة الثانية، ويكون إجمالى الفقد خلال المرحلتين معًا حوالى ٥٠–٥٥٪ (عن أحمد ١٩٩٥ ب).

العوامل المؤثرة فى النشاط الميكروبى أثناء تجهيز الكومبوست

يتأثر النشاط الميكروبى أثناء عملية تجهيز الكومبوست بالعوامل التالية:

١ – نسبة الرطوبة فى الكومبوست:

فلا تجب أن تزيد نسبة الرطوبة إلى الحد الذى يؤدى إلى قلة الهواء فيه؛ الأمر الذى يؤدى إلى زيادة نشاط البكتيريا اللاهوائية وضعف نشاط الكائنات المرغوب فيها، بينما يؤدى نقص الرطوبة فى الكمبوست إلى تثبيط النشاط الميكروبى بصورة عامة.

٢ – محتوى مكونات الكمبوست من المواد الكربوهيدراتية:

تستعمل الكائنات الدقيقة التى تحلل الكمبوست المواد الكربوهيدراتية التى توجد فيه كمصدر للطاقة أثناء نشاطها وتكاثرها؛ ويترتب على ذلك انطلاق ثانى أكسيد الكربون وطاقة حرارية. وتستنفذ تلك الكائنات أثناء نشاطها المواد الكربوهيدراتية البسيطة، بينما تتبقى المركبات المعقدة التى تستعملها هيفات فطر المشروم – فيما بعد – فى غذائها.

٣ – المحتوى النيتروجينى للكومبوست:

تقوم البكتيريا التى تحلل الكومبوست بتحويل ما يوجد به من نيتروجين أمونيومى إلى نيتروجين عضوى فى خلاياها، وعندما تموت تلك البكتيريا وتتحلل خلاياها يتوفر ما كان مثبتًا بها من نيتروجين لتغذية عيش الغراب.

٤ – نسبة الكربون إلى النيتروجين:

ترتفع كثيرًا نسبة الكربون إلى النيتروجين فى الجزء الأكبر من مكونات الكومبوست

قبل كمره؛ فهى تبلغ ١:٨٠ فى القش، وحوالى ١:٣٠ فى روث الخيل. وبينما تنخفض تلك النسبة إلى ١:١٠ فى أجسام الكائنات الحية الدقيقة التى تنشط فى تحليل الكومبوست، فإن الكومبوست النهائى المناسب لزراعة المشروم يجب أن تتراوح فيه نسبة الكربون إلى النيتروجين بين ١:١٥، و ١:١٧. ويحدث هذا التوازن بتزويد مخلوط الكومبوست بالأسمدة الآزوتية، وببعض المواد الغنية نسبيًا بالنيتروجين، مثل الردة، وكسب بذرة فول الصويا أو بذرة القطن، وزرق الدواجن؛ مما يرفع من نسبة النيتروجين، فى الوقت الذى تستنفذ فيه الكائنات الدقيقة المواد الكربوهيدراتية كمصدر لنشاطها؛ مما يؤدى إلى انطلاق الطاقة وغاز ثانى أكسيد؛ ومن ثم .. انخفاض محتوى الكومبوست من الكربون (عن أحمد ١٩٩٥ ب).

وقد أظهرت الدراسات التى أجريت على تأثير نسبة الكربون إلى النيتروجين فى الكومبوست على محصول وجودة المشروم العادى أن أفضل نسبة كانت ١:٣٣ فى المادة الخام قبل تخمرها، و ١:١٨ خلال مرحلة نمو الميسيليوم، و ١:١٤ خلال مرحلة الإثمار. وأثناء نمو الميسيليوم اعتمد المشروم على نصف السيليلوز hemicellulose أولاً، ثم على السيليلوز، بينما لم يستهلك المشروم فى نموه سوى كميات قليلة من اللجنين (Zhen وآخرون ١٩٩٥).

٥ – الرقم الأيدروجينى (الـ pH):

تنشط البكتيريا التى تقوم بتحليل الكومبوست فى pH ٧,٥–٨,٥، بينما يناسب نمو هيفات فطر عيش الغراب pH ٧–٧,٥؛ ولذا .. يضاف الجبس الزراعى بعد مرور فترة من بداية عملية الكمر بهدف خفض الـ pH. وتجدر الإشارة إلى أن pH زرق الدواجن يكون عاليًا (حوالى ٩,٠)، ولكنه ينخفض أثناء النشاط الميكروبى إلى حوالى ٧,٥ بسبب تطاير الأمونيا أثناء التحلل. وبسبب ارتفاع pH زرق الدواجن، فإن الكومبوست المجهز منه تزداد فيه الحاجة إلى إضافة الجبس الزراعى.

٦ – التهوية:

تعد التهوية ضرورية لمنع نشاط البكتيريا اللاهوائية وإمداد الكائنات الدقيقة المرغوب فيها بالأكسجين اللازم لنشاطها، وللتحكم فى حرارة الكومبوست. وتجرى تهوية

الكومبوست بالتهوية الجيدة لغرف الإنتاج، مع مراعاة ألا تؤدى زيادة التهوية عما ينبغى إلى نقص الرطوبة النسبية وجفاف سطح الكومبوست المعبأ فى المراقد (عن أحمد ١٩٩٥).

الإضافات غير العضوية للكومبوست وتأثيراتها

من الإضافات غير العضوية التى تزود بها خلطة الكومبوست، ما يلى:

١ – كبريتات الأمونيوم وكربونات الكالسيوم:

عند استعمال كبريتات الأمونيوم كمصدر للنيتروجين فى خلطة الكومبوست – بدلاً من اليوريا $CO(NH_2)_2$ – تجب إضافة كربونات الكالسيوم (بودرة البلاط) بمعدل حوالى ١٥–٢٠ كجم لكل طن من الكومبوست، وذلك لمعادلة الكبريتات الناتجة من تحلل كبريتات الأمونيوم.

٢ – الجبس الزراعى:

يضاف الجبس الزراعى غالبًا – بنسبة ٣٪ على أساس الوزن الطازج؛ لأجل تحسين قوام الكومبوست المنتج وزيادة نفاذيته، ومنع لزوجته، ولإبقاء رقم حموضته منخفضًا، وخفض تراكم الأملاح القابلة للذوبان على سطحه، وتزداد الكمية المستعملة من الجبس عند زيادة كمية زرق الدواجن الداخلة فى تركيب الكومبوست.

وقد وجد أن زيادة كمية الجبس المضافة إلى الكومبوست من ٣٧ كجم/طن من الكومبوست الجاف (وهى النسبة الموصى بها) إلى ١٠٥ كجم/طن .. لم تؤثر جوهريًا فى كمية المحصول أو جودته لا عند الحصاد ولا بعد التخزين حتى تسعة أيام على ١٢°م، كما لم تؤثر المعاملة فى محتوى المشروم من عنصر الكالسيوم (Beyer & Beelman ١٩٩٥).

٣ – أسمدة العناصر الكبرى:

أثرت إضافة سماد مركب تحليله ٢٠:٢٠:٢٠ إلى كومبوست المشروم على كمية المحصول المنتج ومحتواه البروتينى، وتوقف التأثير على تركيز السماد المضاف؛ فقد ازداد المحصول بنسبة ٤٠,١، و ١٨,٦، و ١٧,٢٪ عندما أضيف السماد المركب بتركيز ٢٠٠، و ٤٠٠، و ٨٠٠ جزء فى المليون، على التوالى، بينما انخفض المحصول بنسبة

٣٨,٧، و ٤٠,٥، و ٧٠,٦ عند زيادة تركيز السماد المضاف إلى ١٦٠٠، و ٣٢٠٠، و ٦٤٠٠ جزءًا في المليون، على التوالي. وقد كان أعلى تركيز للبروتين الخام ٦,٩٧٪، وذلك عندما استعمل السماد المركب بتركيز ٨٠٠ جزء في المليون، بينما كان المحتوى البروتيني ٥,٣٦٪ في الكنترول (Ilby & Gunes ١٩٩٦).

٤ – المنجنيز:

من المعروف أن المشروم النامي على كومبوست من قش القمح يستفيد سريعًا في نموه من كل من نصف السيليلوز والسيليلوز الموجود بالكومبوست، ولكن استفادته من اللجنين يكون بطيئًا. ونظرًا لأن تحلل اللجنين يتم بواسطة الإنزيم بيروكسيديز المعتمد على المنجنيز (manganese-dependent peroxidase) .. فقد درس Rácz (١٩٩٨) تأثير إضافة العنصر – في صورة كلوريد منجنيز أو كبريتات منجنيز – إلى كومبوست يتكون من قش القمح، وسبلة الخيل، وزرق الدواجن – بتركيزات تراوحت بين ٢٠، و ٤٠٠ جزءًا في المليون – وذلك قبل تلقيح الكومبوست بالفطر *A. bisporus*. وقد أظهرت الدراسة ما يلي:

أ – تساوي مصدرا المنجنيز في تأثيراتهما.

ب – لم يتأثر محتوى المشروم من المنجنيز بالمعاملات، حيث تراوح بين ٣، و ٥ أجزاء في المليون في كل المعاملات بما في ذلك الكنترول.

جـ – ازداد محصول المشروم بإضافة المنجنيز إلى الكومبوست، وحدثت أكبر زيادة – وهي ١٥–٢٠٪ – عندما أضيف المنجنيز بتركيز ١٠٠ جزء في المليون، ولم تكن للإضافات بتركيز ٢٠ أو ٤٠ جزءًا في المليون تأثيرًا يذكر على المحصول.

د – من بين أربع قطفات للمشروم كان أكبر تأثير للمنجنيز على كمية المحصول في القطفة الأولى، واختفى تأثير إضافة العنصر بداية من القطفة الرابعة.

هـ – ازدادت درجة تحلل الكومبوست بالمعاملة بالمنجنيز.

٥ – النحاس:

تشير الدراسات إلى أن زيادة توفر النحاس الميسر للامتصاص في كومبوست سبلة الخيل العادية تُحدث زيادة جوهرية (بلغت الضعف) في محتوى المشروم المنتج عليها

من العنصر، ولكن مع نقص مقابل فى كمية المحصول، وخاصة فى القطفات الثلاث الأولى من المحصول، وكان ذلك مصاحبًا بنقص فى شدة بياض الثمار المنتجة فى القطفتين الثانية والثالثة. وقد وجد أن زرق الدواجن كان المصدر الرئيسى للنحاس فى كومبوست سبلة الخيل العادية، كما أمكن زيادة محتوى الكومبوست من العنصر إلى الضعف بإضافة كبريتات النحاس، بينما انخفض تيسر العنصر بنسبة حوالى ٥٠٪ بإضافة الـ EDTA إلى الكومبوست (Beelman وآخرون ١٩٩٥).

أمثلة لبعض الخلطات المستعملة فى إنتاج الكومبوست

نقدم – فيما يلى – أمثلة لبعض الخلطات التى تستعمل فى إنتاج الكومبوست، مع بيان لطريقة العناية بها (عن Bahl ١٩٩٤).

خلطة رقم ١

٢٥٠ كجم قش القمح (تبن بأطوال ٨–٢٠ سم).
٢٥ كجم ردة القمح.
٤ كجم كبريتات الأمونيوم.
٣ كجم يوريا.
٢٠ كجم جبس.

يفرش قش الأرز أولاً، ثم يبلل جيدًا برشه بالماء، ثم تضاف باقى المكونات ما عدا الجبس، وتترك فى كومة بارتفاع متر واحد، وعرض متر واحد، وبأى طول مع تغطية جوانبها جيدًا وتركها مهواه من أعلى.

وتخضع كومة الكومبوست لعمليات خدمة حسب برنامج زمنى، كما يلى:

اليوم	العملية
صفر	عمل الكومة
٥	تقليب وقلب الكومة
١٠	تقليب وقلب الكومة
١٤	تقليب وقلب الكومة، وإضافة ١٠ كجم جبس
١٨	تقليب وقلب الكومة، وإضافة ١٠ كجم جبس

اليوم	العملية
٢٢	تقليب وقلب الكومة ورشها بـ ٤٠ مل نيماجون
٢٦	تقليب وقلب الكومة، ورشها بـ ١٠ مل دالاثيون فى ٥ لتر ماء

ومع كل تقليب للكومة فإنها ترش بالماء لتعويض الرطوبة التى تفقد منها بالتبخر.

وعندما يكون الكومبوست جاهزًا للاستعمال فإنه يكون ذات لون بنى داكن، وخالٍ تمامًا من أى رائحة للأمونيا، ومحتويًا على قدر كافٍ من الرطوبة تسمح بظهورها بين الأصابع عند الضغط على الكومبوست باليد.

خلطة رقم ٢:

قش القمح (تبن بطول ١٥ سم) أو	٣٠٠ كجم
قش الأرز	٤٠٠ كجم
كبريتات الأمونيوم	٩ كجم
سوبر فوسفات عادى	٩ كجم
يوريا	٤ كجم
ردة قمح	٣٠ كجم
جبس	١٢ كجم
كربونات كالسيوم	١٠ كجم

تجب المحافظة على القش مبتلاً لمدة يومين قبل البدء فى الكمر، وإذا استعمل قش الأرز تجب إضافة ٦ كجم من كسب بذرة القطن أثناء التقليبة الرابعة للمكمورة. تنثر جميع الأسمدة على القش المبلل قبل عمل الكومة.

خلطة رقم ٣:

قش الأرز	١٥٠ كجم
حطب الذرة	١٥٠ كجم
كبريتات الأمونيوم	٩ كجم
سوبر فوسفات عادى	٩ كجم
يوريا	٤ كجم

"سرس" الأرز	٥٠ كجم
جبس	١٢ كجم
كربونات كالسيوم	١٠ كجم
كسب بذرة القطن	٥ كجم

تلزم للتركيبتان ٢، و ٣ فترة كمر طويلة (٤ أسابيع)، ويكون تقليبهما في الأيام صفر، و ٦، و ١٠، و ١٣، و ١٦، و ١٩، و ٢٢، و ٢٥، ثم تستخدم في ملء المراقد في اليوم السادس والعشرين.

خلطة رقم ٤:

سبلة خيل	٤٣٠ كجم
قش القمح	٢٥٠ كجم
مخلفات دواجن (سماد كتكوت)	١٠٠ كجم
متبقيات صناعة البيرة من الحبوب (مخلفات المولت)	٣٠ كجم
يوريا	٧ كجم
جبس	٢٠ كجم

خلطة رقم ٥:

قش القمح	٣٠٠ كجم
مخلفات دواجن	١٢٠ كجم
سرس الأرز	٢٠,٦ كجم
مخلفات المولت	٢٢ كجم
يوريا	٦ كجم
كسب بذرة القطن	٥ كجم
جبس	١٠ كجم

خلطة رقم ٦:

قش القمح	١٠٠٠ كجم
مخلفات الدواجن	٤٠٠ كجم

مخلفات المولت	٧٢ كجم
يوريا	١٤,٥ كجم
جبس	٣٠ كجم

خلطة رقم ٧:

قش الأرز	٣ طن
مخلفات الدواجن	١,٥ طن
ردة قمح	١٢٥ كجم
جبس	٩٠ كجم

ويذكر أحمد (١٩٩٥ ب) مخاليط أخرى لعمل الكومبوست تتوفر مكوناتها محليًا، كما يلى:

١ - كومبوست قش النجيليات مع زرق الدواجن:

طن قش قمح جاف مقطع.

٦٠٠-٨٠٠ كجم زرق دواجن (٣٥٪ رطوبة).

٥٠-٦٠ كجم جبس زراعى.

٤-٤,٥م^{٣} ماء.

ينتج عن ذلك حوالى ٣ أطنان كومبوست يحتوى على ٢٪ نيتروجينًا.

٢ - كومبوست قش النجيليات:

طن قش قمح جاف مقطع.

٢٠٠ كجم كسب فول الصويا أو كسب بذرة القطن.

٢٥ كجم يوريا.

٣٠ كجم جبس زراعى.

٣,٥-٤م^{٣} ماء.

ينتج عن ذلك حوالى ٢,٢ طن كومبوست يحتوى على ٢٪ نيتروجينًا.

٣ - كومبوست قش الأرز وحطب الذرة:

٥٠٠ كجم قش أرز مجفف.

٥٠٠ كجم سيقان (حطب) ذرة مجففة.

٢٠٠ كجم سرس أرز (أو كسب فول صويا أو كسب بذرة القطن).

٣٠٠–٤٠٠ كجم زرق دواجن.

٤٠–٥٠ كجم جبس زراعى.

٤م٣ ماء.

ينتج عن ذلك حوالى ٢,٥ طن كومبوست يحتوى على ٢٪ نيتروجينًا.

٤ – كومبوست مخلفات عصر القصب:

طن مخلفات عصر القصب (باجاس) مجفف.

٥٠٠ كجم زرق دواجن.

١٠٠ كجم سرس أرز.

١٠ كجم يوريا.

٢٥ كجم جبس زراعى.

ينتج عن ذلك حوالى ٢,٥ طن كومبوست يحتوى على ٢٪ نيتروجينًا.

مواصفات الكومبوست الجيد

يعد الكومبوست مثاليًا لإنتاج عيش الغراب عندما يتراوح محتواه الرطوبى بين ٦٠، و ٧٠٪، ومحتواه النيتروجينى بين ٢، و ٢,٢٪، وعندما تتراوح نسبة الكربون إلى النيتروجين فيه بين ١٥:١، و ١٧:١. كذلك يجب أن يكون الكومبوست جيد التهوية، وذات نسيج ليفى، و pH قريب من التعادل (حوالى ٧–٧,٥)، وأن ينعدم محتواه من الأمونيا تقريبًا.

ولمزيد من التفاصيل عن الكومبوست، ومكوناته، وخصائصه، وطرق تحضيره .. يراجع Fermor وآخرين (١٩٨٥)، و Flegg & Wood (١٩٨٥).

ملوثات الكومبوست

إن من أهم الملوثات الفطرية للكومبوست الذى ستخدم فى زراعة المشروم، ما يلى (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨):

اسم حالة التلوث	المسبب
Green mold	*Trichoderma harzianum & T. Virde*
Matt	*Chryosporium luteum & C. sulfurum*
Brown plaster mold	*Populaspora byssina*
Brown mold	*Arthobotrys superba*
Cinnamon mold	*Peziza ostracoderma*
Inky cap	*Coprinus plateus*
White plaster mold	*Scopulariopsis fimicola*
Olive green mold	*Chaetomium olivaceum*
Fire mold	*Neospra crassa*
Lipstick mold	*Sporendonema purpurescens*
Yellow mold	*Sependonium* spp.

عفن بزيزا

يظهر عفن بزيزا Peziza mold الذى يحدثه الفطر *Peziza ostracoderma* على سطح غطاء التربة قبل القطفة الأولى. تكون مستعمرات الفطر دائرية وذات لون ضارب إلى البنى فى المركز. يؤدى النمو الفطرى إلى نقص المحصول من خلال استهلاكه للغذاء من الكمبوست، كما يؤدى إلى تأخير بداية الحصاد قليلاً.

الترايكودرما

يعتبر *Trichoderma harzianum* من أكثر ملوثات كومبوست المشروم تواجدًا به، وأكثرها إضرارًا بمزارع المشروم العادى. وعلى الرغم من تواجد أربعة أنواع أخرى من جنس الـ *Trichoderma* فى مزارع المشروم إلاّ إنها لا تسبب مشاكل يعتد بها.

ويبدو أن ذرات التراب هى المصدر الرئيسى للتلوث بالـ *T. harzianum*، بالإضافة إلى وسائل أخرى، مثل ملابس العاملين فى المزارع، والبالتات، والآليات، والحلَم، والذباب، والفئران (Seaby ١٩٩٦).

وقد أوضحت الدراسات أن النمو الميسيليومى لعيش الغراب العادى ليس له أى تأثير – سلبى أو إيجابى – على النمو الميسيليومى لـ *T. harzianum*، فى الوقت الذى يؤثر فيه سلبيًا – بشدة – على نمو ثلاثة أنواع أخرى من الجنس *Trichoderma*. وبينما ازدهر النمو الميسيليومى لـ *T. harzianum* فى الكومبوست المجهز لعيش الغراب – قبل أو بعد تلقيحه بعيش الغراب – إلاّ أن تواجد الغزل الفطرى لعيش الغراب كان ضروريًا لتجرثم *T. harzianum*. وبينما لم يؤثر النمو الميسيليومى لـ *T. harzianum* سلبيًا على *A. bisporus* فى الكومبوست، فإن أعراض التسمم التى يحدثها *T. harzianum* فى *A. bisporus* بدأت فى الظهور بعد تجرثم *T. harzianum*؛ فبمجرد تجرثم ميسيليوم *T. harzianum* .. انخفض النمو الميسيليومى لعيش الغراب بشدة، وظهرت الأعفان الخضراء سريعًا بعد ذلك (Mamoun وآخرون ٢٠٠٠).

وقد تبين أن الطرز البيولوجى Th2 من *Trichoderma harzianum* أقدر بأكثر من ١٠٠٠ مرة على استعمار كومبوست المشروم عن الطرازين البيولوجيين Th1، و Th3. وبينما لا يؤثر الطرازين الأخيرين على محصول المشروم، فإن الطراز Th2 يمكنه تقليل المحصول والجودة بنسبة تصل إلى ٨٠٪ (Sharma وآخرون ١٩٩٩).

السمك المناسب للكومبوست فى مراقد الزراعة

يرتبط محصول عيش الغراب بكمية الكومبوست التى يتاح له النمو عليها، وليس بمساحة سطح النمو، إلا أن سمك طبقة الكومبوست المناسبة لأفضل إنتاج تتراوح بين ٢٠، و ٢٥ سم. ويؤثر سمك طبقة الكومبوست فى مدى الارتفاع فى درجة الحرارة الذى يحدث خلال مرحلة النمو الميسيليومى؛ ولهذا السبب .. تجب عدم زيادة سمك طبقة الكومبوست فى المناطق الحارة عن ٢٥ سم. ويعنى ذلك أنه يلزم لزراعة كل ١٠٠م٢ من المسطح الإنتاجى حوالى ٨–١٠ أطنان من الكومبوست الذى يتراوح محتواه الرطوبى بين ٦٨، و ٧٢٪ (عن أحمد ١٩٩٥ ب).

نقاوى الفطر (السباون) Spawn

تعرف التقاوى (السباون spawn) بأنها النمو الفطرى للمشروم المجهز لغرض استعماله فى الإنتاج التجارى للفطر.

ولقد مر إنتاج السباون - تاريخيًا - بأربع مراحل، كما يلي:

١ - السباون البكر virgin spawn :

عندما كانت تسقط جراثيم المشروم - طبيعيًا - على بيئة مناسبة لنموها .. فإن الميسيليوم سريعًا ما كان يظهر على سطح تلك البيئات في الظروف المناسبة لذلك، حيث كان يتم نقل البيئات بما عليها من غزل فطرى واستخدامها في تلقيح مزارع المشروم.

٢ - سباون القشور flake spawn :

عندما كان يظهر ميسيليوم الفطر بكثافة عالية على كومبوست قبل ظهور الأجسام الثمرية، فإن الكومبوست كان يجمع، ويكسّر، ويجفف؛ ليستخدم حين الحاجة فى تلقيح مزارع المشروم.

٣ - قوالب السباون brick spawn:

تضاف التربة والماء إلى مخلفات الخيل، وبعد أن تصبح الخلطة نصف جافة يتم تشكيلها على صورة قوالب تلقح بسباون قديمة بعد عمل ثقب فى كل قالب لوضع لقاح السباون فيه. يحافظ على رطوبة مناسبة بالقالب إلى أن ينمو الميسيليوم فى كل جزء منه، حيث يجفف ويستخدم حين الحاجة إليه فى تلقيح مزارع السباون (عن Bahl ١٩٩٤).

وكثيرًا ما كانت تستخدم تحضيرات السباون السابقة فى عدوى أوعية زجاجية مملوءة بسبلة خيل معقمة؛ هى التى كانت تستخدم بعد ذلك فى تلقيح مزارع المشروم. هذا .. إلا أن جميع المصادر السابقة للسباون تحتوى غالبًا - كذلك - على كثير من الكائنات الدقيقة الأخرى غير المرغوب فيها.

٤ - استعملت مزارع السباون النقية فى حوالى عام ١٩٠٠ بواسطة معهد باستير. ومنذ ذلك الحين أصبح تحضير السباون عمل تخصصى تقوم به المعامل المجهزة لذلك.

٥ - حاليًا .. تتكون معظم مزارع السباون من جراثيم الفطر ونموه الغزلى على بيئة معقمة من الحبوب، أو النخالة، أو مواد أخرى تحت ظروف معقمة.

سلالات، وطرز، وهجن السباون

تقوم الشركات المتخصصة فى إنتاج السباون بتسويقها تحت أرقام كودية خاصة.

وتسوق اسباون المشروم العادى *A. bisporus* كأربع طرز (على أساس لون المظلة ومدى ميلها لتكوين الحراشيف) هى: ناعمة وناصعة البياض، وخشنة وأقل بياضاً، وكريمية، وبنية، علمًا بأن الخشونة تعنى وجود حراشيف بالمظلات. وقد توجد تقسيمات فرعية لتلك الطرز تعتمد على الحجم، وشدة ظهور اللون بالمظلات؛ فمثلاً .. قد تكون الطرز الكريمية فاتحة أو داكنة اللون. هذا .. إلا أن مدى ظهور جميع هذه الصفات تتأثر بالعوامل البيئية؛ فمثلاً تزداد الطرز الكريمية دكنة فى الرطوبة النسبية المنخفضة وعند زيادة سرعة حركة الهواء، وتميل كل الطرز لتكوين الحراشيف فى تلك الظروف.

وبينما تتطلب أسواق المملكة المتحدة طرز الشروم البيضاء الملساء، فإن الطرز الأخرى مطلوبة فى الولايات المتحدة وأجزاء من أوروبا، وتشكل السلالات الخشنة ٥٠٪ من السوق العالمية، علمًا بأن منتجى المشروم فى بعض الدول الأوروبية يفضلون زراعتها عندما تكون هناك خطورة من الإصابات الفيروسية لاعتقادهم بأن تلك الفيروسات لا تنتقل بسهولة من السلالات البيضاء الناصعة إلى السلالات الخشنة الأقل بياضًا.

كما تقوم شركات السباون بإنتاج هجن خاصة، ينتشر إنتاجها والطلب عليها بصورة خاصة فى هولندا وتايوان، وكانت هولندا البادئة بإنتاج أول هجينين، هما: هورّوندا Horronda، وهورويتو Horwitu. تميز الهيجنان بالجمع بين مزايا السلالات البيضاء الناعمة والبيضاء الخشنة؛ فالأولى تتميز بلون المظلات الناصع البياض ولكن يعيبها صغر الحجم، بينما تتميز الثانية بأحجام المشروم الكبيرة. وقد جمع هذان الهجينان الصفات الجيدة من سلالتى المشروم، وتميزتا – الإضافة إلى ذلك – بقدرة أكبر على التخزين.

وتتم المحافظة على الهجن على صورة ميسيليوم بالطرق ذاتها التى يحافظ بها على سلالات الآباء، وهى: التخزين فى أنابيب اختبار على الآجار أو على الكومبوست، علمًا بأن المزرعة تبقى بحالة جيدة لمدة سنة واحدة (فى حالة مزرعة الآجار) إلى سنتين (فى حالة مزرعة الكومبوست) يلزم بعدها تجديدها.

ولأجل التخزين لفترات طويلة يفضل وضع المزارع فى النيتروجين السائل على حرارة -١٩٦°م، حيث تبقى - نظريًا - بحالة جيدة إلى ما لا نهاية (عن Elliott ١٩٨٥ ب).

تحضير سباون السبلة

تعبأ بيئة السبلة المكمورة - بعد تحللها بدرجة مناسبة - فى زجاجات، ذوات فوهة واسعة مثل زجاجات الحليب. ويشترط أن يكون الرقم الأيدروجينى (pH) للسبلة عند التعبئة ٦.٧، وأن تبلغ رطوبتها ١٦٠٪. يلى ذلك تعقيم السبلة بوضع الزجاجات فى الماء على ١٠٠°م لمدة ساعة فى يومين متتاليين. تلقح (تحقن) البيئة بعد ذلك بجراثيم غير ملوثة، يحصل عليها من نبات مشروم غير متفتح بإبرة معقمة، ثم تغلق زجاجات المزارع بسدادة من القطن المعقم، وتترك لمدة ٣-٤ أسابيع على حرارة ١٣°م حتى ينتشر النمو الفطرى فى كل أجزاء البيئة. ويمكن تخزين مزرعة السباون هذه لمدة ستة أشهر فى حرارة ٢°م، إلاّ أنه يجب استعمالها فى غضون أسبوع واحد من تحضيرها إذا تركت فى درجة حرارة الغرفة.

تحضير سباون الحبوب

إن أكثر أنواع الحبوب استخدامًا فى تحضير سباون الحبوب هى حبوب القمح والراى rye. ويجب ألاّ تكون الحبوب المستخدمة فى عمل السباون قديمة، أو مكسورة، أو معاملة بالمبيدات.

وتحضر سباون الحبوب ببل الحبوب أولاً فى ماء مغلى؛ بهدف زيادة محتواها الرطوبى من حوالى ١٠٪ إلى ٤٠٪ بالوزن، ومن المهم أن تتفتح (تنفجر) بعض الحبوب أثناء الغلى فى الماء. يلى ذلك التخلص من الماء الزائد، ثم تنشر الحبوب على سطح معقم وتخلط مع الجبس (كبريتات الكالسيوم) بنسبة ٢٪ بالوزن، وبودرة البلاط (كربونات الكالسيوم) بنسبة ٠.٥٪ بالوزن أيضًا. تفيد تلك الإضافات فى المحافظة على الرقم الإيدروجينى فى المدى المناسب، كما تفيد فى منع الحبوب من الالتصاق بعضها ببعض؛ بحيث يسهل تداولها.

يلى ذلك تعبئة الحبوب فـى العبوات التـى تحضـر فيـها السـباون – وهـى عبـوات زجاجية ذات فوهات واسعة – ثم يحكم إغلاقـها، وتعقـم بالبخـار لـدة ١/٢-١ ساعة على ١٢١°م تحت ضغط ١٥ رطل/البوصة المربعة (١,٠٥ كجـم/سم٢). يعـد هـذا التعقيـم ضروريًا للتخلص من البكتيريا المحبة للحرارة التى يمكن أن تتلـف الحبـوب المطبوخـة. وبعد أن تبرد الحبوب المعبأة .. يتم تلقيحها بميسيليوم المشروم.

ويتم الحصول على الميسيليوم المستخدم فى تلقيح السباون من مزرعــة حبـوب سـابقة يتم إعدادها لهذا الغرض، وهى التى تعرف باسم master culture.

يحافظ على حرارة ٢٥°م أثناء نمو الميسيليوم فى الحبـوب، ويتطلـب اسـتعمار الفطـر للحبوب مدة ٢-٣ أسابيع، يلزم خلالها هز البيئة مرتين أو ثلاث للمسـاعدة فـى زيـادة سرعة نمو الميسيليوم وتجانسه. (يلزم نحو ١٠ أيام على حرارة ٣٢ ± ٢°م لنمو ميسيليوم الفطر *Volvariella volvacea*).

هذا .. وقد يكون تحضير السباون فى العبوة ذاتها التى يبـاع فيـها، أو فـى عبـوات كبيرة، ثم ينقل منها إلى العبـوات التـى يبـاع فيـها. وتسـتخدم لذلـك ثلاثـة أنـواع مـن العبوات: برطمانات زجاجية، وبرطمانات من البولى بروبلـين، وأكيـاس تتحمـل عمليـة التعقيم فى الأوتوكليف (عن Elliott ١٩٨٥).

إضافة التقاوى (Spawning)

يفضل دائمًا تلقيح الكومبوست بالسباون – وهـى عمليـة الزراعـة التـى تعـرف باسـم spawning – بمجرد الانتهاء من عملية الكمر؛ ذلك لأن أى تأخـير فـى عمليـة التلقيـح يسمح بتزايد تدريجى فى أعداد مختلف الكائنات الدقيقــة غير المرغـوب فيـها، وهـى التى تنافس المشروم على النمو فى الكومبوست بعد ذلك.

تضاف التقاوى (السباون) بتجانس تام فوق بيئة الزراعة (الكومبوست) ولعمق ٥ سم، وتعرف هذه العملية باسم spawning. ويلزم سباون بحجم لتر واحد لكل متر مسـطح (أو نحو كيلو جرام واحد لكـل مـترين مربعـين) مـن مراقـد الزراعــة. وتـؤدى زيـادة معـدل الإضافة عن ذلك إلى الإسراع فى نمو هيفات فطر عيش الغـراب؛ ممـا يزيـد مـن قدرتـها التنافسية مع الكائنات الأخرى غير المرغوب فيها.

يمكن أن تجرى عملية إضافة السباون يدويًا، ولكنها تجرى بصورة أفضل باستعمال الآليات التى تقوم بتوزيع السباون وخلطه بالطبقة السطحية من الكومبوست بكفاءة عالية. ويخصص جانب من التقاوى لنثره على سطح الكومبوست لزيادة كثافة النمو الفطرى للمشروم وتجانسه على سطح المراقد.

يضاف السباون بعد برودة الكومبوست عقب عملية البسترة، ويجب أن تتراوح حرارة الكومبوست وقت إضافة السباون بين ٢٧، و ٣٨°م، علمًا بأن انخفاض الحرارة عن ٢٦°م يؤخر النمو الميسيليومى للفطر. ونجد – بسبب النشاط الأيضى الذى ينتج عن نمو ميسيليوم المشروم – أن حرارة الكومبوست ترتفع قليلاً لعدة أيام بعد إضافة التقاوى. ومن الأهمية بمكان المحافظة على رطوبة نسبية عالية فى غرف الإنتاج خلال تلك الفترة. كذلك يلزم رفع نسبة ثانى أكسيد الكربون قليلاً خلال الفترة ذاتها إذ إنه يساعد فى زيادة النمو الميسيليومى للمشروم (يوصف نمو الميسيليوم خلال الكومبوست واستعماره له باسم running)، لكن يلزم فى أوقات أخرى المحافظة على نسبة ثانى أكسيد الكربون منخفضة.

ونجد بعد أيام قليلة من إضافة التقاوى أن حرارة الكومبوست تبدأ فى الانخفاض، ويلزم حينئذٍ المحافظة على الحرارة بين ٢٠، و ٢٤°م، وعلى الرطوبة النسبية بين ٥٠، و ٧٠٪ لمدة حوالى ٨–١٥ يومًا، أو لمدة أطول من ذلك أحيانًا؛ للسماح للميسيليوم بالنمو فى كل أجزاء الكومبوست. ويؤدى ارتفاع الحرارة عن ٤٠°م إلى قتل الغزل الفطرى. ويتم آنذاك توفير التهوية – حسب الحاجة – بهواء مرشح، ومع تجنب استعمال الهواء البارد. وعادة .. يلزم لاكتمال نمو الميسيليوم فى جميع أجزاء الكومبوست حوالى ١٤–٢١ يومًا (عن أحمد ١٩٩٥ ب، و Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

التغطية بالورق

يغطى سطح الكومبوست بعد إضافة السباون إليه بالورق كإجراء روتينى واسع الانتشار لمنع جفاف الطبقة السطحية من الكومبوست خلال فترة نمو الغزل الفطرى لعيش الغراب. وفى دراسة عن تأثير هذا الإجراء تبين أنه يؤدى إلى زيادة محصول المشروم العادى بنسبة ارتبطت إيجابيًا بمدة بقاء الغطاء الورقى على سطح الكومبوست.

ومن المعتقد أن ذلك التأثير الإيجابى كان مرده إلى خفض الفقد الرطوبى مع زيادة تراكم ثانى أكسيد الكربون فى الكومبوست خلال مرحلة نمو الميسيليوم (White ٢٠٠٠).

عملية الـ Casing

إن عملية الـ casing هى تغطية الكومبوست (بيئة الزراعة) بطبقة رقيقة من التربة أو بأى مادة شبيهة بالتربة بعد انتشار الميسيليوم فى الكومبوست.

أهمية عملية الـ Casing

تجرى عملية الـ casing للأسباب التالية:

١ – تعطى طبقة الـ casing دعمًا للمشروم بحيث لا يميل إلى أسفل تحت تأثير ثقله، رافعًا معه البيئة الخفيفة الوزن؛ الأمر الذى قد يتسبب فى تعطيل إمدادات الغذاء للجسم الثمرى للفطر.

٢ – تحافظ طبقة الـ casing على رطوبة البيئة لفترة أطول، وتمنع جفافها السريع؛ الأمر الذى يناسب النمو السريع للمشروم.

٣ – تعمل طبقة الـ casing – باحتفاظها بالماء لفترة طويلة – على ترطيب الهواء حول المشروم.

٤ – تحفز طبقة الـ casing ميسيليوم المشروم على الاتجاه نحو الإثمار؛ وهو الأمر الذى لا يحدث إلاّ عند نمو الميسيليوم فى بيئة فقيرة فى الغذاء مثل طبقة الـ casing.

٥ – تنظم طبقة الـ casing درجة الحرارة؛ فيؤدى الانخفاض الفجائى فى درجة حرارة الـ casing بعد كل رية – بفعل تبخر الماء منها – إلى تحفيز الميسيليوم – المحب للحرارة العالية – إلى الاتجاه نحو الإثمار (عن Bahl ١٩٩٤).

وتجدر الإشارة إلى أن ذلك الغطاء ليس سدًّا محكمًا فوق الكومبوست ولا يجب أن يكون؛ إذ يلزم أن يكون مساميًّا، وأن يسمح بالتهوية وبالرى إذا تطلب الأمر ذلك.

تنمو هيفات الفطر فى طبقة التغطية (الـــ casing) مكونة تركيبًا سميكًا من الغزل الفطرى المتداخل والمتلاحم، يتطور إلى تركيبات تشبه العقد الصغير هى مبادئ الأجسام الثمرية، والتى يطلق عليها رؤوس الدبابيس pinheads. يتكون الآلاف من تلك

العقد الصغيرة على سطح طبقة التغطية، وسرعان ما تنمو لتكون الأجسام الثمرية للمشروم.

إن التأثير الفيزيائى للغطاء لا يفهم على وجه الدقة؛ حيث إن الأجسام الثمرية للمشروم يمكن أن تتكون بدونه، إلاّ أن الإنتاج ينخفض كثيرًا بدون وجود الغطاء. ويعتقد بأن زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون - التى تصل حتى ٤٪ فى وجود الغطاء - تحفز تكوين مبادئ الأجسام الثمرية. كذلك يؤدى الغطاء إلى رفع الحرارة قليلاً إلى نحو ١٨°م، ثم انخفاضها تدريجيًا إلى ما بين ١٠، و ١٥°م. ومن المهم استمرار مراقبة نسبة ثانى أكسيد الكربون وإجراء التهوية عند الضرورة نظرًا لأن زيادة نسبة الغاز عما ينبغى قد يكون له تأثيرًا سلبيًّا على تكوين الأجسام الثمرية. ويجرى الرى الخفيف حسب الضرورة، إلا أن زيادته قد تؤدى إلى امتلاء المسافات البينية بالماء وسوء التهوية (عن Bahl ١٩٩٤، و Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

الشروط التى ينبغى توفرها فى المواد المستعملة كغطاء

إن من أهم الشروط التى يجب أن تتوفر فى المواد التى تستخدم فى طبقة الـ casing، ما يلى:

١ - أن تكون ذا قدرة عالية على الاحتفاظ بالرطوبة، وإلا تسرب منها الماء مباشرة إلى الكومبوست؛ مما يؤدى إلى زيادة الرطوبة بشدة فى الطبقة العليا من الكومبوست.

٢ - أن تكون مسامية بدرجة تسمح بتبادل الغازات بسهولة بين الكومبوست والهواء الخارجى.

٣ - يجب ألا يتغير قوامها بالرى.

٤ - أن تكون ذا pH متعادل.

٥ - أن تكون خالية من مسببات الأمراض، والحشرات، والمخلفات النباتية غير المتحللة.

المواد المستخدمة كغطاء

مازالت التربة هى الأكثر استخدامًا كمادة للـ casing فى كثير من دول العالم، وتعد

التربة الطميية أفضل من كل من التربة الطينية الثقيلة والرملية، وكذلك يمكن استعمال التربة الثقيلة إذا ما أضيف الدبال humus إليها، هذا على الرغم من أن البيت موس هو المادة المفضلة حاليًا للاستخدام كغطاء، وهو آخذ في الانتشار.

ويضاف الجير إلى طبقة الغطاء – عند الحاجة – لرفع الرقم الأيدروجيني إلى حوالى ٧-٧,٥.

ولقد أظهر حصر أجرى على أكثر من ٤٠ مزرعة مشروم في المملكة المتحدة تستخدم ٤٨ نوعًا من مواد التغطية أن البيت الأكثر دكنة (أكثر اسودادًا) ينتج عيش غراب أنظف من ذلك الذى ينتج عند استعمال البيت موس البنى اللون، إلاّ أن ذلك التأثير لنوع البيت يختفى عندما تتكون الأجسام الثمرية عميقًا في طبقة الـ casing (Noble & Gaze ١٩٩٥).

وفى دراسة أخرى تفوق الاسفاجنم بيت موس البنى على البيت الأسود عند استعمالهما كغطاء casing لخمسة أنواع من الكومبوست الجيد (العالى الكفاءة)، ولكنهما تساويا عندما استعملا كغطاء لنوع قليل الكفاءة من الكومبوست. وتبين أن قدرة طبقة الـ casingعلى امتصاص الرطوبة ونسبة مسافاتها البينية (pore space) ترتبط بالمحتوى المائى للمشروم والمحصول، الذى يرتبط – بدوره – بالمحتوى المائى للمشروم (Seaby ١٩٩٩).

كما أظهر حصر لعدد من المواد التى تضاف إلى البيت المستعمل فى الـ casing (بنسب تصل إلى ٥٠٪ بالحجم مخلوطًا مع البيت) أن أفضلها – بالنسبة لمحصول المشروم المنتج – كان الصوف الصخرى rockwoolالمحبب المتخلف عن الزراعات اللاأرضية في الزراعات المحمية (Noble & Gaze ١٩٩٥).

وقد أمكن استعمال سرس الأرز – كاملاً أو مطحونًا – مخلوطًا مع البيت موس الأسود بنسب تراوحت بين ٥٠:٥٠، و ١٥:٨٥ (من السرس إلى البيت على التوالى) كمادة غطاء casing material بديلة للبيت موس الأسود المنفرد فى إنتاج المشروم العادى، دون أن يظهر للمخلوط أى تأثيرات سلبية على كمية المحصول أو متوسط وزن الجسم الثمرى (Rangel وآخرون ١٩٩٦).

كذلك أمكن استعمال كومبوست المشروم المستنفذ بعد معاملتـه بـالمواد المخلبيـة لإزالـة الكاتيونات المعدنية منه، وبسترته للتخلص من أى كائنات دقيقة ضارة قد توجـد بـه، وخلطه بالبيت بنسبة ١:١ .. أمكن استعمال ذلـك المخلـوط كمـادة تغطيـة جيـدة. وقـد كانت نسبة المادة الجافة فى المشروم الناتج من استعمال ذلك المخلوط أعلى جوهريًّـا ممـا فى المشروم الناتج من استعمال البيت فقط كغطاء (Sharma وآخرون ١٩٩٩).

تعقيم تربة الغطاء

يتعين تعقيم التربة المستعملة فى عمل الــ casing – جزئيًّـا – لأجـل التخلـص ممـا تحتويه من كائنات دقيقة غير مرغوب فى بقائها، مـع الإبقـاء علـى الكائنـات الدقيقـة المرغوب فى بقائها، ويتم ذلك إما بالحرارة الجافة، وإما بالبخار الذى يصـل إلى التربـة المراد تعقيمها من غلاية خلال أنابيب مثقبة، بما يكفى لرفع حرارة التربة إلى ٦٠°م لمدة خمس ساعات أو ٨٥°م لمدة ٣٠ دقيقة. ولا يوصى بتعقيم التربة بالبخار تحت ضغـط لأن ذلك يـؤدى إلى موت الكائنات الدقيقة المرغـوب فيـها كذلـك؛ ممـا يجعـل التربـة أكـثر عرضة للتلوث بالكائنات الدقيقة غير المرغوب فيها. كذلك يمكن تعقيم تربـة الــ casing كيميائيًّا.

ومن أهم المركبـات المسـتعملة فـى التعقيـم الكيميـائى لتربـة الــ casing الفورمـالين، والكلوروبكرن، وبروميد الميثايل، والفابام. وعند استعمال الفورمالين يخفف نحـو نصـف لتر منه بعشرة لترات من الماء، ويستعمل المحلول الناتج فى تعقيم متر مكعب مـن تربـة الـ casing. وتجرى المعاملة بفرد التربة على شريحة مــن البوليثيلـين، ثـم يـرش عليـها محلول الفورمالين المخفف، ثم تكوم التربة. وتغطــى بالبلاسـتيك لمـدة ٤٨ سـاعة. وبعـد ذلك يكشف الغطاء عن التربة وتقلب عدة مرات لأجل التخلص مــن أبخـرة الفورمـالين. وعادة .. يتطلب التلخص من أبخرة الفورمالين حوالى أسبوع، وتكــون التربـة بعـد ذلـك صالحة للاستعمال (عن Bahl ١٩٩٤).

إضافة الغطاء

تضاف طبقة الـ casing (الغطاء) – عادة – بعد تلقيـح الكومبوسـت بالسـباون بنحـو ١٠–٢١ يومًا، وتـكون التغطيــة المبـكرة مفيـدة عنـدا تكـون ظـروف الـرى، والحـرارة،

والتهوية مثالية لنمو الغزل الفطرى قبل البدء فى الإثمار. هذا إلا أن أنسب وقت للتغطية هو بعد نمو الغزل الفطرى فى الكومبوست بشكل جيد، ويؤدى التبكير أو التأخير فى التغطية عن ذلك التوقيت إلى نقص المحصول. ويعتقد البعض أن إجراء التغطية بمجرد ملاحظة نمو الغزل الفطرى على سطح الكومبوست يقلل فرص تلوثه بالأعفان وبجراثيم الفطريات الأخرى، وبمختلف الحشرات، وخاصة ذبابة المشروم التى تحفر فى الكومبوست لوضع بيضها.

يمكن أن تجرى عملية إضافة الغطاء يدويًّا أو آليًّا كما فى المزارع الكبيرة.

تجب أن تكون طبقة الـ casing متجانسة فى السمك؛ ذلك لأن ميسيليوم المشروم سوف ينفذ إلى السطح فى الأجزاء الرقيقة من الغطاء؛ ليكون نسيجًا سميكًا من الغزل الفطرى (stroma) يمنع تكوين الرؤوس الدبوسية. كذلك يؤدى عدم تجانس سمك طبقة الـ casing إلى عدم تجانس الرى.

ويتراوح السمك المناسب لغطاء الـ casing بين ٤,٥، و ٥.٥ سم.

ويفيد ضغط طبقة الـ casing قليلاً فى تهيئة ظروف أكثر مناسبة لنمو المشروم، كما يفيد خربشة سطح الـ casing فى زيادة قدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة، وفى زيادة مساميتها (عن Bahl ١٩٩٤).

ولمزيد من التفاصيل عن طبقة الغطاء (الـ casing) وخصائصها .. يراجع Flegg & Wood (١٩٨٥).

تغطية طبقة الـ casing بالبلاستيك

يفيد فرش غطاء بلاستيكى مثقب بسمك حوالى ٣٠ ميكرونًا فوق طبقة غطاء التربة (طبقة الـ casing) – خلال الأسبوع الأول بعد إضافة الـ casing – فى زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون بين غطاء التربة والغطاء البلاستيكى، وفى المحافظة على الرطوبة فى غطاء التربة. وقد أدت هذه المعاملة إلى زيادة محصول القطفة الأولى من ٨,٣ كجم/م^2 فى حالة عدم استعمال الغطاء البلاستيكى إلى ١٠,٢ كجم/م^2 عندما استعمل الغطاء، وزيادة المحصول الكلى من ٢٦,٦ إلى ٢٨,١ كجم/م^2، على التوالى (Vedie ١٩٩٥).

عمليات الخدمة

تجرى عمليات الخدمة التالية، ابتداءً من التغطية إلى حين الانتهاء من حصاد المحصول:

١ – تجرى عملية خربشة Ruffling لسطح المراقد بعد أن يتخلل النمو الفطرى نحو ثلاثة أرباع الغطاء، ويكون ذلك بعد نحو ١٠ أيام من إضافة الغطاء؛ وذلك بغرض تنشيط النمو الفطرى، والعمل على تجانس نموه فى المراقد.

٢ – يحافظ على سطح المراقد رطبًا – بصورة دائمة – بالرش الخفيف بالماء يوميًا تقريبًا، أو بمعدل ٢–٣ مرات أسبوعيًا.

وتتوقف كمية الماء التى تضاف فى كل مرة على درجة جفاف سطح طبقة التغطية (الأمر الذى تزداد شدته عند انخفاض الرطوبة النسبية فى حجرة الإنتاج)، وعلى كمية الثمار التى يتم حصادها، وهى التى تستهلك الرطوبة من الكومبوست، علمًا بأن المحصول الذى يتم حصاده يحتوى على ٩٠٪ رطوبة.

يستعمل عادة نحو ٦–٧ لترات من الماء لكل متر مربع قبل الخربشة، وتتوقف إضافة الماء لحين ظهور الفطر، ثم تستمر إضافته بعد ذلك كلما ظهرت نموات جديدة بعد الحصاد. ويجب أن تكون رطوبة البيئة فى حدود ٦٥٪ بصفة دائمة.

ومن أهم علامات نقص الرطوبة فى المراقد أن يصبح الكومبوست أحمر اللون، أو تكون سيقان الأجسام الثمرية للفطر رفيعة جدًا. ومن أهم علامات زيادة الرطوبة أن يكون الميسيليوم أبيض اللون، أما عندما تكون الرطوبة مناسبة .. فإن الميسيليوم يكون ذا لون رمادى مائل إلى الأزرق.

وتحسب كمية الماء التى تلزم للمحافظة على المحتوى الرطوبى لبيئة الزراعة (الكمبوست) وطبقة الـ casing، ولتعويض المفقود منها بالتبخر وفى المحصول الذى يتم حصاده، بالمعادلة التالية:

$$Q = 1.8\,(1.25\,P + E + K + 0.1\,CDM - 0.18\,TW)$$

حيث إن:

Q = كمية الماء الكلية اللازمة.

P = الوزن الطازج لمحصول المشروم الذى تم حصاده.

E = الفقد الرطوبى بالتبخر السطحى.

K = ثابت.

CDM = نسبة المادة الجافة فى الكومبوست (compost dry matter).

TW = المحتوى المائى الكلى للكومبوست وطبقة الـ casing عند البداية.

وتتباين قيمة K حسب الوحدات المستعملة؛ فهى ٢٨٠ كجم/١٠٠م٢ من مساحة المراقد، أو ٥٧ جالون/١٠٠٠ قدم٢، وهو يأخذ فى الاعتبار فقد الماء من جوانب المراقد وقيعانها. وتحسب E باستخدام الأجهزة الخاصة لذلك، مثل: Piché vaporimeters. وعندما تحسب قيمة Q فإنها تكون لكل فترة إنتاج المحصول وتستخدم خلال كل تلك الفترة التى تمتد لنحو سبعة أسابيع (عن Flegg ١٩٨٥).

ويستفيد المشروم من تزويد ماء الرى بكلوريد الكالسيوم، كما يتبين من الدراسات التالية:

● أفادت إضافة كلوريد الكالسيوم إلى ماء الرى بنسبة ٠,٣٪ بدءًا من اليوم الثامن من وضع غطاء التربة .. أفادت فى إحداث زيادة جوهرية فى كل من كمية المحصول ونوعيته (Simons & Beelman ١٩٩٥).

● أدت إضافة كلوريد الكالسيوم إلى ماء رى المشروم العادى إلى تحسين لون الثمار دون إحداث أى تأثيرات سلبية على كمية المحصول أو محتوى الثمار من المادة الجافة. وقد ازداد تركيز الكالسيوم جوهريًا فى ثمار القطفتين الثانية والثالثة، كما قلَّ التلون البنى جوهريًا فيهما بالمعاملة. وظهر ارتباط إيجابى معنوى بين محتوى الثمار من المشروم ولونها عند الحصاد، بينما ارتبط النحاس سلبيًا ومعنويًا بدرجة نصاعة اللون الأبيض. وقد كانت نسبة الكالسيوم إلى النحاس هى الأكثر ارتباطًا إيجابيًا وجوهريًا مع شدة نصاعة اللون الأبيض عند الحصاد (Milkus & Beelman ١٩٩٦).

● أدى رى المشروم العادى بكلوريد الكالسيوم بتركيز ٠,٣٪ إلى زيادة محتوى الأجسام الثمرية من الكالسيوم جوهريًا، وتقليل التلون البنى بعد الحصاد، ولكن دون التأثير على نشاط إنزيم التيروزينيز. كذلك ساعدت معاملة الكالسيوم فى زيادة القدرة

التخزينية بتقليلها للتلون البنى، حتى مع تعريض الأجسام الثمرية لعاملة خدش بعد الحصاد. ويستدل من الدراسة أن معاملة الكالسيوم ربما تؤدى إلى تقليل التلون من خلال زيادتها لسلامة وكمال أغشية الفجوات العصارية؛ ومن ثم تقليل فرصة تفاعل التيروزينيز مع المركبات التى يعمل عليها (Kukura وآخرون ١٩٩٨).

● أدت إضافة كلوريد الكالسيوم إلى ماء رى مزارع المشروم العادى بتركيز ٠,٢٥٪ إلى تحسين لون الأجسام الثمرية ومنع تكوين البقع البكتيرية عندما خزن محصول الثمار على حرارة ٤، أو ١٤°م لمدة ٧ أيام، علمًا بأن الدراسة أجريت على محصول القطفات الثلاث الأولى فقط، وأن المعاملة كانت أشدّ تأثيرًا فى القطفة الأولى (Simón & Gurria ١٩٩٨).

● أحدثت إضافة كلوريد الكالسيوم إلى ماء رى المشروم العادى تحسنًا معنويًا فى جودته؛ فقد أدى ذلك الإجراء إلى زيادة محتوى الأجسام الثمرية من الكالسيوم إلى الضعف، وزيادة درجة نصاعة اللون الأبيض عند الحصاد، وتقليل التلون البنى بعد الحصاد، وذلك مقارنة بمحصول الكنترول غير المعامل. كذلك جعلت المعاملة المشروم أكثر تحملاً لعمليات التداول والتجريح بعد للحصاد. هذا .. ولم تؤثر المعاملة على كمية المحصول (Beelman & Simons ٢٠٠٠).

كذلك أدت إضافة كلوريد الكالسيوم أو سيلينات الصوديوم إلى ماء رى المشروم إلى خفض التلون البنى بعد الحصاد. وعندما أضيف العنصران معًا .. ازداد محتوى المشروم من السيلينيوم بمقدار ١٣ ضعف ومن الكالسيوم بمقدار الضعف، مقارنة بالكنترول، وكانت الأجسام الثمرية المنتجة أكثر بياضًا عند الحصاد عما فى حالة إضافة أى من العنصرين منفردًا. ولقد كان لإضافة أى من العنصرين منفردًا بعض المردودات السلبية، تمثلت فى: نقص المحصول قليلاً عند إضافة الكالسيوم فقط، ونقص محتوى الأجسام الثمرية من المواد الصلبة ونقص المحصول المعلب عند إضافة السيلينيوم منفردًا، إلاّ أن تلك التأثيرات السلبية اختفت عندما أضيف العنصران معًا (Hartman وآخرون ٢٠٠٠).

٣ – يحافظ على درجة حرارة المراقد عند ٢١°م، بينما يحافظ على درجة حرارة الهواء عند ١٩°م، ويفضل خفض درجة الحرارة إلى ١٥°م عند بداية ظهور الأجسام

الثمرية؛ لأن ذلك يؤدى إلى زيادة النمو الفطرى، وتقليل الإصابة بالأمراض والحشرات، ويتم ذلك بالتهوية الجيدة، وبالتبريد إذا لزم الأمر.

٤ – يراعى ألا يزيد تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون عن ٠,٠٨–٠,١٢٪ كحد أقصى، ويفضل ألا يزيد عن ٠,٠٥٪، ويتحقق ذلك بالتهوية الجيدة.

٥ – يراعى أيضًا أن تتراوح الرطوبة النسبية بين ٧٠ و ٨٠٪؛ الأمر الذى يتحقق – كذلك – بالتهوية الجيدة (عن San Antonio ١٩٧٥).

٦ – لا غنى فى مزارع المشروم عن التهوية الجيدة مع مرور الهواء فوق مراقد الزراعة لضمان عدم وجود أى جيوب لتركيزات عالية من غاز ثانى أكسيد الكربون المتراكم، علمًا بأن الرطوبة النسبية العالية جدًّا يترتب عليها تواجد نسبة عالية من الغاز. وكلما ازدادت كمية المشروم النامية فى حيز ما كلما ازدادت الحاجة إلى التهوية. وكما أسلفنا .. فإن التهوية الجيدة تعد أساسية للتحكم فى كل من درجة الحرارة والرطوبة النسبية، علمًا بأن زيادتهما عن الحدود الموصى بها تزيد من فرصة الإصابات المرضية والحشرية. وإلى جانب الرش الدورى بين القطفات لمكافحة الحشرات فإن استمرار التهوية الجيدة يعد ضروريًّا لخفض الإصابات. ويمكن التأكد من عدم كفاية التهوية إذا ما لوحظت أى روائح غير مرغوب فيها عند دخول حجرة الإنتاج (عن Bahl ١٩٩٤).

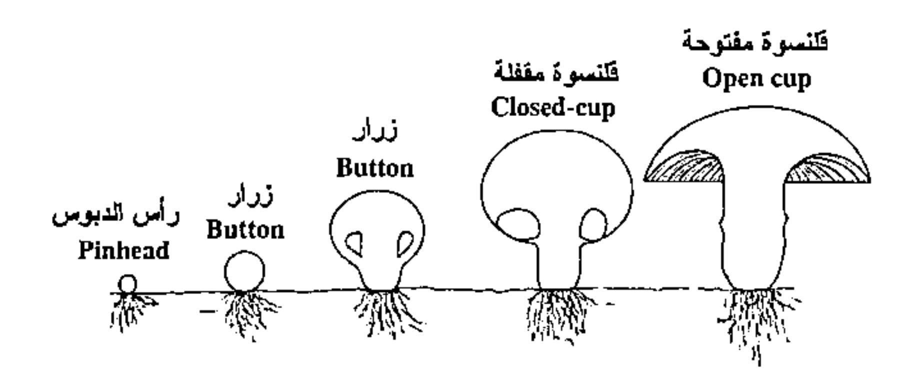
٧ – على الرغم من عدم احتياج عيش الغراب للضوء فى جميع مراحل نموه، فإنه يتم توفير الإضاءة فى حجرات النمو لكى يتسنى للعاملين أداء أعمالهم.

تهيئة تكوين الأجسام الثمرية ونموها

من الأهمية بمكان أن يكون الغزل الفطرى للمشروم قد نما فى جميع جوانب الكومبوست قبل بدء تكوينه للنموات الثمرية؛ حتى يمكنه الاستفادة من كل الغذاء المتوفر له فى بيئة الزراعة. وتعد الظروف المثلى لتهيئة تكوين مبادئ الأجسام الثمرية (الرؤوس الدبوسية pinheads) هى حرارة تتراوح بين ١٥، و ١٧°م، و ٨٠–٩٠٪ رطوبة نسبية، مع رطوبة بالكمبوست تقدر بنحو ٧٠٪ من السعة الحقلية (٧٠٪ من قدرته الكاملة على الاحتفاظ بالرطوبة بعد انصراف الماء الزائد بالجاذبية الأرضية)، مع

عدم زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون عن ٠,١٪؛ الأمر الذى يتحقق بالتهوية الجيدة.

نجد عندما تكون ظروف التغذية جيدة والظروف البيئية الأخرى مناسبة أن الميسيليوم يبدأ أولاً فى تكوين عقد صغيرة يكون لديها القدرة على الزيادة فى الحجم إلى أن تكوّن أجسامًا ثمرية. تتكون تلك العقد بكثافة عالية، وتعرف باسم الرؤوس الدبوسية pinheads (شكل ١٤-٢).



شكل (١٤-٢): مراحل نمو وتكوين الأجسام الثمرية للمشروم *Agaricus bisporus* (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

لكل نوع من أنواع المشروم الظروف الخاصة التى تناسبه. ويعتبر *Agaricus* من الأجناس التى لا تحتاج للضوء لتكوين مبادئ الثمار، بل يعد الضوء مثبطًا لتكوين مبادئ الثمار فى النوع *A. bisporus*، ويؤدى إلى زيادة استطالة الساق ويحد من اتساع المظلة. كذلك تعد الأجسام الثمرية للـ *Agaricus* حساسة لزيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون الذى ينتج من تحلل الكومبوست بصورة دائمة. وتؤدى زيادة نسبة الغاز عن ٠,٢٪ (٢٠٠٠ جزء فى المليون) إلى منع تكوين الرؤوس الدبوسية. ويتأثر تكوين الأجسام الثمرية بشدة عند حدوث أى انحراف فى العوامل البيئية؛ لذا يهتم المزارعون بإنتاج المشروم تحت ظروف بيئية متحكم فيها.

وفى مرحلة النمو التى تكون فيها الرؤوس الدبوسية ظاهرة يجب ضبط حرارة الهواء على ١٥-١٧ْم مع ٨٥-٩٠٪ رطوبة نسبية لتحفيز تكوين الأجسام الثمرية الكاملة. ويتم

التحكم فى الرطوبة النسبية عن طريق كل من درجة الحرارة والتهوية. وتعد الرطوبة النسبية فى ذلك المدى ضرورية لمنع فقد الرطوبة من المشروم. كذلك من الأهمية بمكان تجنب ازدياد سخونة الكومبوست داخليًا، وما يترتب على ذلك من زيادة فى إنتاج ثانى أكسيد الكربون. ويفيد التحكم فى نسبة الغاز مع درجة الحرارة فى تهيئة المشروم لتكوين الأجسام الثمرية ونموها، علمًا بأن التركيزات العالية من الغاز تناسب النمو الميسيليومى، بينما تناسب التركيزات الأقل من ٠,١٪ تهيئة تكوين الطور الجرثومى ونموه (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

ويستغرق المشروم – عادة – نحو ٧–٨ أيام على ١٥°م للنمو من مرحلة الرأس الدبوسية إلى المرحلة المناسبة للقطف. ويمر عادة ٨–١٠ أيام بين كل قطفتين.

الحصاد

يستمر حصاد عيش الغراب العادى يوميًا ماعدا فى الفترات التى يقل فيها الإنتاج بين القطفات flushes، وإذا ما احتاجت المراقد إلى الرطوبة خلال تلك الفترة فإنه ينبغى رش المراقد بالماء رشًا خفيفًا، ولكن يحسن أن يتم ذلك بين القطفات.

يحصد المشروم قبل تمزق الخمار، وكذلك قبل استطالة الساق.

ومن أهم مصطلحات الحصاد الخاصة بالمشروم، ما يلى:

١ – الأزرار buttons:

وهى الأحجام المختلفة من الأجسام الثمرية التى يستمر فيها الغشاء الذى يغطى الخياشيم (الخمار) فى التكوين، ولكنه يكون مقفلاً.

٢ – الفناجين cups:

وهى أزرار اكتمل فيها تكوين الأغشية وربما تكون قد بدأت فى التفتح، أو تفتحت.

٣ – القبعات hats:

وهى أجسام ثمرية مكتملة النمو تكون قد تخطت مرحلة الفنجان وأصبحت مسطحة.

ومن أهم شروط التسويق للمشروم العادى أن تكون أغشيته غير ممزقة، ولكن لأن الطعم يتحسن مع التقدم فى النمو، فإن طور القبعة يكون أفضل طعمًا.

هذا .. وتحقق الأحجام الكبيرة من المشروم سعرًا أفضل من الأحجام الصغيرة، علمًا بأنها لا تزيد في الحجم بعد تمزق الخمار، ولكنها تمر بتغيرات شكلية بعد ذلك التمزق. يؤدى تأخير الحصاد انتظارًا لزيادة الأجسام الثمرية فى الحجم إلى زيادة فرصة تمزق الخمار، وظهور الخياشيم؛ مما يقلل من القيمة التسويقية للمشروم، ومع ذلك يتحسن طعم المشروم الذى تمزقت أغشيته بسبب الزيادة النسبية التى تحدث فى محتواه من المادة الجافة نتيجة لفقده لجانب من رطوبته. كذلك يؤدى تأخير الحصاد إلى تقليل تكوين مبادئ الثمار التى يفترض تكوينها بعد ذلك. كما يعمل القطف السريع والكامل لكل قطفة flush إلى تقصير الفترة بين القطفات.

تنتج السلالات المختلفة من *A. bisporus* أجسامًا ثمرية تتفاوت فى اللون بين الأبيض، والأبيض الترابى والأسمر الضارب إلى الصفرة، ويعد اللون الأبيض هو المفضل لدى المستهلكين.

وأنسب وقت للحصاد هو بعد بلوغ الأجسام الثمرية أكبر حجم ممكن لها (لأجل زيادة المحصول)، ولكن قبل تمزق الخمار (حيث تكون القلنسوة – قبل تمزق الخمار – متماسكة، والساق قصيرة). وإذا ما تمزق الخمار فإن الخياشيم يتغير لونها إلى البنى بسبب تكوين الجراثيم، ثم يصبح الجسم الثمرى كله جلديًّا، ويفقد قيمته التسويقية.

ويجرى الحصاد بلف المشروم برفق فى أحد الاتجاهات، ثم فى الاتجاه المعاكس، ثم جذبه إلى أعلى. دون إحداث قلقلة للأجسام الثمرية الصغيرة المجاورة له. وعادة ما يعلق بساق المشروم جزءًا من تربة الـ casing والغزل الفطرى؛ ولذا .. يلزم قطع الجزء السفلى من الساق بسكين حادة، والتخلص من الأجزاء المقطوعة خارج غرفة الإنتاج.

وإذا وجدت رؤوسًا دبوسية كثيرة نامية بالقرب من الجسم الثمرى الذى يراد حصاده .. يتعين قطع ساق ذلك الجسم الثمرى بسكين حادة حتى لا تثار الأجسام الدبوسية المجاورة له، وإلاّ فإنها لا تنمو وتصفر، وتموت، وتتعرض للإصابة بالرميات التى تنتشر منها إلى مراقد الزراعة (عن Bahl ١٩٩٤).

وبعد الانتهاء من حصاد كل الأجسام الثمرية التى بلغت فى نموها الحجم المناسب

للحصاد، يجب ملء الفراغات التى تركتها عملية الحصاد بمخلوط من تربة الـ casing، مع المحافظة على سطح طبقة الـ casing مستوية.

يتم أثناء عملية الحصاد تدريج المشروم حسب الحجم، واستبعاد الأجسام الثمرية غير الصالحة للتسويق.

وفى المزارع الكبيرة يجرى الحصاد آليًا بواسطة الإنسان الآلى، وخاصة عندما يكون إنتاج المشروم لغرض التصنيع (Reed وآخرون ١٩٩٥).

ويلى ذلك تنظيف ممرات حجرات الإنتاج، ثم الرى، علمًا بأنه يفضل دائمًا إجراء الرى بعد الحصاد وليس قبله حتى لا يزداد تعلق التربة بسيقان المشروم إذا ما أجرى الرى قبل الحصاد.

يمكن أن يستمر الحصاد لمدة ٤٠ إلى ٢٠٠ يوم، ولكن يجب أن يكون الهدف هو استمرار الحصاد لمدة ١٢٥–١٣٠ يومًا للحصول على دورتى إنتاج كاملتين سنويًا.

وتكون خطوات العملية الإنتاجية والوقت الذى يلزمها – بما فى ذلك فترة الحصاد – كما يلى:

الخطوة	المدة الزمنية بالأيام
عملية الكمر	١٢–٢٠
بسترة الكومبوست	٥–١٠
إضافة التقاوى ونمو الميسيليوم	١٠–١٥
التنطية casing	١٠–٢٠
ظهور المشروم	٣٠–٦٠
فترة الحصاد	٧٥–١٢٥
المدة الكاملة	١٣٢–٢٥٠

ينخفض محصول عيش الغراب تدريجيًا فى القطفات المتتالية، حيث تعطى القطفة الأولى حوالى ٣٥٪ من إجمالى المحصول، بينما تتناقص تلك النسبة فى القطفات التالية إلى حوالى ٢٠٪، و ١٥٪، و ١٢٪، و ١٠٪، و ٨٪. ويعنى ذلك أن القطفات الثلاث الأولى تعطى حوالى ٧٠٪ من المحصول.

كذلك تبدأ أحجام المشروم فى الصغر بعد عدة قطفات؛ مما يعنى استنفاذ العناصر المغذية بالكومبوست. وعلى الرغم من ظهور المشروم فى المراقد آنذاك، فإنه لا يعطى إنتاجًا غزيرًا. ويوجد إجماع على أن الإنتاج الاقتصادى للمشروم يتوقف بنهاية الأسبوع السادس من الحصاد.

وعادة يتم الحصول على ٥ قطفات تستمر كل منها لمدة ٦–١٠ أيام، ويفصل كل منها عن الأخرى مدة ٦–١٢ يومًا. ويقوم المزارعون – عادة – ببدء زراعات متتابعة خلال الفترات التى تفصل القطفات؛ بما يسمح باستمرار الحصاد على مدار العام.

وتفضل الدورات الإنتاجية القصيرة العالية الإنتاج لأن زيادة فترة أى من الخطوات الإنتاجية أو فترة الحصاد يحد من كمية المحصول التى يمكن الحصول عليها على مدار العام.

ويتراوح الإنتاج – عادة – بين ١٢٠، و ٢٤٠ كجم/طن من كومبوست سماد الماشية، أو نحو ١٠–٢٠ كجم من المشروم/م^2 من المراقد المزروعة. ويبلغ متوسط الإنتاج فى الولايات المتحدة حوالى ٢٧ كجم/م^2.

وإذا ما انتشرت إصابة مرضية فى أحد المراقد، ولم يمكن وقف الإصابة ومكافحة المرض، فإنه يتعين التخلص من ذلك المرقد خارج غرفة الإنتاج (عن Bahl ١٩٩٤).

يُطلق على مزارع عيش الغراب التى فقدت قدرتها الإنتاجية – وأصبحت غير اقتصادية – أنها مراقد مستنفذة spent beds، وهى مزارع لا يمكن تنشيطها وإعادتها للإثمار والإنتاج برغم إمكان رؤية ميسيليوم الفطر ناميًّا فيها بشكل جيد. ويمكن الاستفادة من الكومبوست الموجود فى هذه المزارع كسماد عضوى وكغطاء للتربة soil mulch فى الحدائق والمشاتل.

ولكى تستمر زراعة المشروم، يجب أن يبدأ كمر الكمبوست الجديد قبل إزالة الكومبوست المستهلك من المزرعة القديمة بنحو ١٢–٢٠ يومًا. ويقوم البعض بتجديد الزراعة بقلب الكومبوست المستهلك ثم إعادة التغطية من جديد، أو بكشط ٢–٣ سم من الغطاء الموجود فى المزرعة المنتهية ثم إعادة التغطية، مع رفع درجة الحرارة ورى

المراقد، حيث يبدأ إنتاج الأجسام الثمرية بعد أيام قليلة، إلاّ أن الإنتاج فى الدورة الجديدة يكون أقل كثيرًا مما فى الدورة السابقة. ولا يجب تجديد الزراعات بتلك الكيفية إلا إذا كانت أسعار المحصول المبكر عالية وكانت المزرعة خالية من الأمراض والآفات (عن Bahl ١٩٩٤، و Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

الأمور التى تجب مراعاتها عند إنتاج المشروم العادى

إن من أهم الأمور التى تجب مراعاتها عند إنتاج المشروم العادى، ما يلى:

١ – أخذ كافة الاحتياطات عند تحضير الكومبوست بحيث لا تظهر أى رائحة للأمونيا به عندما يكون جاهزًا للاستعمال.

٢ – يجب ألاّ يكون الكومبوست شديد الابتلال أو شديد الجفاف عندما تملأ به المراقد، وإذا كان جافًا .. يتعين رشه بالماء.

٣ – يعتمد نجاح زراعة المشروم على جودة الكومبوست.

٤ – يجب أن تملأ المراقد بالكمبوست حتى الحافة.

٥ – يجب الحصول على السباون من مصادر موثوقًا بها.

٦ – يجب عدم استعمال سباون ملوثة.

٧ – تغطى المراقد – بعد تلقيحها بالسباون – بورق الصحف، مع تجنب إجراء الرى أثناء نمو الغزل الفطرى فى الكومبوست. وإذا كان الرى ضروريًا، فإنه يجرى بالرذاذ فوق غطاء ورق الصحف.

٨ – يجب أن تكون تربة الـ casing معقمة جزئيًا بصورة مناسبة، كما يجب عدم تركها طويلاً دونما استعمال بعد تعقيمها.

٩ – يجب ألا تكون تربة الـ casing دقيقة القوام جدًا حتى تكون جيدة التهوية.

١٠ – يرطب الكومبوست – الذى انتشر فيه الغزل الفطرى – قبل إضافة طبقة الـ casing.

١١ – يحافظ على حرارة غرفة الإنتاج عند ٢٢–٢٤°م لمدة ٢–٣ أيام بعد الـ casing، ثم تخفض إلى ١٤–١٨°م بعد ذلك.

١٢ – يحافظ على الرطوبة النسبية فى غرفة الإنتاج بين ٧٠، و ٨٠٪.

١٣ – تعتبر التهوية الجيدة أمرًا حتميًا.

١٤ – ضرورة خربشة سطح طبقة الـ casing إذا ما أصبحت متماسكة.

١٥ – إذا لم تظهر الرؤوس الدبوسية بعد خربشة طبقة casing، فإنه يحسن استبدالها كلها بتربة جديدة.

١٦ – مكافحة أى مرض يظهر فى أى مرقد فور اكتشافه؛ فإن لم تتم السيطرة على المرض يجب التخلص من المرقد المصاب خارج غرفة الإنتاج.

١٧ – يجرى الرى بالرذاذ الخفيف، ويكون ذلك بعد الحصاد.

١٨ – يملأ مكان الأجسام الثمرية التى يتم حصادها بتربة casing جديدة.

١٩ – ضرورة إزالة أى أجزاء متبقية من سيقان الأجسام الثمرية بعد حصادها حتى لا تكون عرضة للإصابة بالرميات.

٢٠ – ضرورة التخلص من قواعد السيقان التى يتم قطعها خارج غرفة الإنتاج.

٢١ – الامتناع التام عن كنس حجرة الإنتاج، وإنما يتم التنظيف بالمسح، حتى لا تنتشر جراثيم الكائنات الدقيقة مع الغبار الذى يثار عند الكنس.

٢٠ – قبل دخول غرفة الإنتاج يجب خلع الأحذية خارج الغرفة، ولبس "الشباشب" التى تترك للاستعمال داخل الغرفة وتبقى فيها (عن Bahl ١٩٩٤).

نوع المشروم العادى *Agaricus bitorquis* (أو المشروم الاستوائى)

يعتبر *Agaricus bitorquis* – الذى يعرف باسم المشروم الاستوائى – نوعًا جديدًا من المشروم العادى ينمو فى حرارة أعلى من تلك التى ينمو عليها *A. bisporus*، وفى تركيزات أعلى من ثانى أكسيد الكربون، ويتميز بقدرته الأفضل على الاحتفاظ بجودته بعد الحصاد، وبمقاومته لمرض الـ die-back.

يناسب نمو المشروم الاستوائى حرارة ٢٨°م لإعطاء أعلى محصول، إلاّ أن الثمار المنتجة تكون أفضل نوعية فى حرارة ٣٢°م. كذلك يؤدى رفع نسبة ثانى أكسيد الكربون إلى ٠,٥٪ لمدة ٧ أيام، ثم خفضها إلى ٠,١٪ لمدة ٣٦ يومًا إلى تحفيز نمو الغزل

الفطرى فى طبقة الـ casing خلال الأيام السبعة الأولى، ثم إنتاج أعلى محصول من الثمار بعد ذلك (Pahil وآخرون ١٩٩٣).

يكون الجسم الثمرى للـ *A. bitorquis* خشنًا وذا ساق قصيرة، ومظلة بيضاء غالبًا.

كذلك لا تميل الأجسام الثمرية لهذا المشروم إلى اكتساب اللون البنى فى مواضع الجروح والخدوش والكدمات، ولكن يعيبه قصر الفترة التى تمر بين تكوين الخياشيم وتمزق الخمار.

ومن مميزات هذا المشروم الطعم الجيد، وخاصة فى القطفات المتأخرة.

ويختلف هذا النوع عن *A. bisporus* فى تأخر القطفة الأولى قليلاً، وفى زيادة طول الفترة بين القطفات عما فى *A. bisporus*؛ فتظهر القطفة الأولى فى *A. bitorquis* – عادة – بعد ٢٢–٢٦ يومًا من الـ casing، كما يفصل القطفات التالية مدة ١٠–١٢ يومًا.

ولمزيد من التفاصيل عن طريقة إنتاج هذا النوع – التى تتشابه كثيرًا مع طريقة إنتاج النوع *A. bisporus* يراجع Bahl (١٩٩٤).

إنتاج عيش الغراب المحارى

أنواع عيش الغراب المحارى

إن أهم أنواع عيش الغراب المحارى Oyster Mushroom – وجميعها تتبع الجنس *Pleurotus* – ما يلى:

١ – النوع *P. ostreatus*:

النمو الميسيليومى سريع، وتظهر عليه قطيرات برتقالية اللون. يبدأ الإثمار بعد ٤–٨ أسابيع من الزراعة، وتناسبه حرارة ١٤–١٨°م. القبعات ذات لون بنى بدرجاته.

٢ – النوع *P. columbinus*:

يتشابه مع *P. ostreatus*، غير أن القبعات تكون داكنة اللون، وخاصة عند زيادة شدة الإضاءة.

٣ – النوع *P. pulmonarius*:

النمو الميسيليومى سريع، ولا تظهر عليه أى قطيرات. القبعات رمادية اللون.

٤ – النوع P. cornucopiae:

يتكون الجسم الثمرى من ٥٠–٨٠ قبعة متراكبة على ساق واحدة. القبعات لونها أصفر ليمونى إلى أصفر ذهبى.

٥ – النوع *P. sajor-caju*:

يناسب الإثمار حرارة ٢٠–٢٤ْم. القبعات رمادية اللون (عن أحمد ١٩٩٥ ب). يعرف هذا النوع باسم المحار الرمادى gray oyster أو محار الأشجار tree oyster.

ومن الأنواع الهامة الأخرى – كذلك – مشروم أذن البحر abalone mushroom (واسمه العلمى *P. abalonus*)، والمحار الأبيض white oyster (إسمه العلمى *P. citrinopileatus*).

يتميز المشروم المحارى بقبعاته التى تشبه المحار وبالوضع الجانبى لاتصالها بالساق. وتنمو جميع الأنواع طبيعيًا على جذوع الأشجار، إلا أنها تنتج بسهولة فى بيئات متنوعة يدخل فى تكوينها أى من عديد من المخلفات المحصولية (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

الاحتياجات البيئية

درجة الحرارة

يناسب نمو الغزل الفطرى لعيش الغراب المحارى ٢٧ْم، إلا أن أنواع الفطر وسلالاته تتباين فى الحرارة المثلى لتكوين الأجسام الثمرية، وتناسب المجموعة المحبة للحرارة منها حرارة ٢٥–٣٠ْم، بينما تناسب المجموعة المحبة للبرودة حرارة ١٢–١٥ْم.

الرطوبة النسبية

يراعى المحافظة على الرطوبة النسبية فى غرف الإنتاج بين ٨٠، و ٩٠٪، علمًا بأن نمو الميسيليوم والأجسام الثمرية يتأثر سلبيًّا عند انخفاض الرطوبة النسبية عن تلك الحدود، ويكون النمو ضعيفًا جدًّا فى رطوبة نسبية تقل عن ٦٠٪.

الضوء

لا يلزم الضوء لنمو ميسيليوم الفطر، الأمر الذى يحدث بصورة أفضل فى الظلام، إلاّ أن الضوء – حتى ولو كان لفترة قصيرة – يعد ضروريًا لتكوين مبادئ الأجسام الثمرية. ويؤدى غياب الضوء إلى تقليل حجم القلنسوة، بينما يؤدى ضعف الإضاءة إلى تكوين قلنسوات بلون شاحب.

ثانى أكسيد الكربون

يتحمل نمو الميسيليوم التركيزات العالية من ثانى أكسيد الكربون حتى ١٥–٢٠٪، إلاّ أن عملية تكوين الأجسام الثمرية لا تناسبها تلك الظروف؛ حيث تؤدى زيادة نسبة الغاز عن ٠,٠٦٪ – أى ضعف تركيزه الطبيعى – إلى استطالة الساق كثيرًا وضعف تكوين القلنسوة أو حتى منع تكوينها.

التهوية

تعد التهوية الجيدة – كذلك – ضرورية لنمو الميسيليوم وتكوين الثمار، بداية من الأسبوع الثانى بعد الزراعة؛ حتى لا يؤدى تراكم ثانى أكسيد الكربون إلى تثبيط النمو (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

وسط (بيئة) الزراعة (المخلفات العضوية)، وإضافاتها وتجهيزها

لقد نجحت زراعة عيش الغراب المحارى على أنواع كثيرة من المخلفات العضوية، مثل: حطب القطن والذرة، والنموات الخضرية لبعض محاصيل الخضر، ونواتج تقليم أشجار الفاكهة، ومخلفات مصانع حفظ الخضر، مثل قشور البسلة، والتفل المتخلف عن صناعة المربات والعصائر، كما نجحت زراعته – كذلك – على قوالح الذرة، ومصاصة القصب، ونشارة الخشب. وبعد بسترة تلك المخلفات وزراعة عيش الغراب المحارى عليها، فإن المخلفات العضوية الناتجة بعد زراعة عيش الغراب تصلح علفًا للحيوانات المجترة، مثل الأغنام والماعز.

هذا .. إلاّ أن أكثر المخلفات العضوية استخدامًا فى زراعة عيش الغراب المحارى هو: تبن النجيليات من القمح، والشعير، والأرز.

بينما يكون تقطيع معظم المخلفات العضوية إلى أجزاء صغيرة بطول ٥-٨ سم ضروريًا ليمكن استخدامها فى زراعة عيش الغراب، فإن بعض المخلفات - مثل التبن ونشارة الخشب لا تحتاج إلى تقطيع - بينما يفضل ترك بعضها الآخر - مثل قش الأرز - دونما تقطيع عند استخدامه صيفًا لكى يحتفظ برطوبته لفترة طويلة. ويجب أن يؤخذ فى الاعتبار مدى سهولة تقطيع المادة العضوية عند اختيار الأصلح منها للزراعة؛ فنجد - مثلاً - أن تقطيع قش النجيليات أسهل من تقطيع مصاصة القصب، التى تكون - بدورها - أسهل فى تقطيعها عن حطب القطن وسعف النخيل.

فى البداية تغسل المادة العضوية التى وقع عليها الاختيار فى أحواض كبيرة بعمق حوالى نصف متر، حيث تنقع فى الماء لمدة ساعتين، مع تحريكها قدر المستطاع خلال تلك الفترة؛ ليمكن التخلص مما يكون عالقًا بها من طين وأتربة. وإذا استخدم حطب القطن كمادة عضوية .. يفضل تركه فى الماء لمدة يومين أو ثلاثة، مع تغيير ماء النقع يوميًّا، وبذا .. يصبح أكثر ليونة وأكثر صلاحية لنمو عيش الغراب عليه. ويتم صرف الماء المستخدم فى نقع المخلفات العضوية من خلال فتحات سفلية للصرف تزود بها أحواض النقع.

وعند استخدام التبن كمادة عضوية لزراعة المشروم تجب تعبئته فى أجولة أولاً قبل نقعه فى الماء لكى يسهل تداوله، على أن تترك الأجولة جانبًا بعد انتهاء عملية النقع لكى يصفى منها الماء الزائد، ويعرف ذلك بعدم خروج رطوبة حرة من التبن الموجود بها عند الضغط على قبضة منه.

يراعى توفير الرطوبة بالقدر المناسب فى المادة العضوية قبل بسترتها بالبخار، أما إذا أجريت عملية البسترة بالغلى فى الماء .. فلا يلزم ترطيب المادة العضوية قبل بسترتها، ولكن يتعين - حينئذٍ - ترك المادة العضوية جانبًا لتصفى من الماء الزائد قبل استعمالها.

تتم بسترة المادة العضوية المستخدمة فى الزراعة بتعريضها لحرارة ٨٠-٩٠°م، بهدف التخلص من معظم الكائنات غير المرغوب فيها، وهى التى تثبط نمو عيش الغراب وتنافسه. ويجرى ذلك إما بدفع بخار الماء الساخن داخل المادة العضوية فى حيز مغلق

لمدة ٣-٤ ساعات، وإما بتعبئة المادة العضوية فى أجولة من الخيش، ثم وضعها فى ماء يغلى لمدة لا تقل عن ساعتين. وإذا لم تجر عملية البسترة بشكل جيد، فإن الكائنات الدقيقة الموجودة بالمادة العضوية تعمل على تحليلها، فضلاً عن منافستها لنمو عيش الغراب وتحليلها له. ويؤدى سوء البسترة إلى تغير لون المادة العضوية، وظهور روائح كريهة، وتكوين نموات فطرية وأعفان مختلفة بها.

ويلزم – عادة – أربعة أطنان من المادة العضوية لإنتاج طن واحد من عيش الغراب المحارى.

هذا .. وتزود المادة العضوية المستخدمة فى إنتاج المشروم المحارى بكل من الردة بنسبة ٥٪ وكربونات الكالسيوم بنسبة ٥٪ (على أساس الوزن من التبن الجاف المستعمل). تضاف الردة بهدف زيادة المحتوى الغذائى للقش لأجل تغذية عيش الغراب، بينما تضاف كربونات الكالسيوم لأجل معادلة الحموضة الناتجة عن تحلل المادة العضوية. كذلك يضاف الجبس الزراعى بنسبة حوالى ٥٪ لأجل منع تعجن المادة العضوية والمحافظة على التهوية الجيدة فيها.

ويجب أن تتراوح نسبة الرطوبة فى المادة العضوية عندما تكون جاهزة للزراعة بين ٧٠٪، و ٨٠٪.

يعرف الوزن الطازج لعيش الغراب المنتج كنسبة مئوية من الوزن الجاف للمخلفات العضوية التى استخدمت فى إنتاجه باسم معامل التحول الحيوى. ويتباين معامل التحول الحيوى من فطر لآخر باختلاف قدرته الحيوية؛ فهو يتراوح – على سبيل المثال – بين ٨٠، و ١٢٠٪ فى نوع عيش الغراب *P. ostreatus*، وبين ٩٠، و ١٥٠٪ فى النوع *P. sajor-caju* (عن أحمد ١٩٩٥ ب).

ومن بين الدراسات التى استخدمت فيها مخلفات عضوية مختلفة لإنتاج المشروم المحارى، ما يلى:

- أعطى حطب الدُخن sorghum straw كفاءة بيولوجية – عند استعماله كمادة عضوية لزراعة عيش الغراب المحارى *P. ostreatus* بلغت ١٣٢٫٣٪، وانخفضت تلك الكفاءة إلى ١٠٨٫٤٪ عندما استعمل حطب الذرة الرفيعة مخلوطًا مع قشور الفول

السوداني بنسبة ١:١. وفي كلتا الحالتين، كانت المادة العضوية المستنفذة صالحة كعليقة للحيوانات (Bernabé-González & Garzón-Mayo ١٩٩٥).

● يعتبر باجاس bagasse قصب السكر الخام بيئة مثلى لزراعة عيش الغراب المحارى *Pleurotus ostreatus*، حيث أعطى - عند استخدامه في الزراعة - ٩٨,٦٪ من المحصول الذى أنتج عندما استخدم قش الأرز، وكان الباجاس الخام أفضل من الباجاس المتخمر، ومن المخلوط منهما (Estela & Castillo ١٩٩٦).

● دُرس مدى صلاحية استعمال باجاس قصب السكر ومخلفاته (trash) الأخرى منفردة أو مع قش الأرز بنسبة ١:٣، أو ١:١، أو ٣:١، أو قش الأرز منفردًا لزراعة المشروم المحارى *P. sajor-caju*، وأظهرت النتائج تفوق قش الأرز منفردًا حيث أعطى ٨٠٪ كفاءة بيولوجية، وتلى ذلك استعمال مخلوط من الباجاس مع قش الأرز بنسبة ١:١، ثم بنسبة ٣:١، ثم مخلفات قصب السكر مع قش الأرز بنسبة ٣:١. هذا بينما كانت الكفاءة البيولوجية للباجاس منفردًا ٥٤٪، ولمخلفات قصب السكر منفردة ٥٠٪ (Pani وآخرون ١٩٩٨).

● باختبار مدى صلاحية ستة أنواع من المخلفات النباتية للاستعمال كبيئة لزراعة أربعة أنواع من المشروم المحارى (هى: *Pleurotus sajor-caju*، و *P. flabellatus*، و *P. ostreatus*، و *P. cystidiosus*)، وجد ما يلى:

١ - كان قش الأرز أنسب المخلفات لزراعة جميع الأنواع، حيث أعطى أكبر عدد من الأجسام الثمرية وأعلى كفاءة بيولوجية.

٢ - احتل قش القمح المرتبة الثانية بين المخلفات العضوية لزراعة كل من *P. flabellatus*، و *P. ostreatus* (Duby ١٩٩٩).

● كذلك دُرس مدى صلاحية ٤٩ نوعًا من المخلفات العضوية كبيئات لزراعة ٣٠ نوعًا من المشروم المأكول، وبينما كان أكثر من ٢٠ نوعًا من تلك المخلفات صالحة لأكثر من ٢٠ نوعًا من المشروم، فإن أفضل المخلفات للاستعمال مع أهم أنواع المشروم كانت كما يلى:

١ - قش القمح أو قوالح الذرة للمشروم المحارى *Pleurotus*، كما أعطى كسب بذرة

عباد الشمس، ومخلفات القطن، و "قش" الفاصوليا نتائج جيدة مع بعض سلالات هذا النوع.

٢ – نشارة الخشب للشيتاكى *Lentinula edodes*.

٣ – سبلة الخيل للمشروم العادى *Agaricus* (Poppe & Hofte ١٩٩٥).

طرق الزراعة

يتم أولاً تطهير مكان الإنتاج قبل الزراعة، بالفنيك بتركيز ٥٪، مع وضع إسفنج مبلل بنفس محلول التطهير على مدخل المزرعة لتطهير الأحذية.

تضاف التقاوى (السباون) إلى المادة العضوية المجهزة للزراعة بعد أن تبرد وتفقد رطوبتها الزائدة، وتكون الإضافة بمعدل ٤ كجم من السباون لكل ١٠٠ كجم من المادة العضوية الجاهزة للاستعمال. تعبأ المادة العضوية فى أوعية الزراعة، على أن تكون إضافة السباون بين طبقات سمكها ١٠–١٥ سم من المادة العضوية أثناء تعبئتها. وعند استخدام الأسبتة البلاستيكية فى الزراعة تكون إضافة السباون فى طبقة واحدة بين طبقتين من المادة العضوية.

ويراعى تنظيف المكان من أى تقاو أو مادة عضوية تسقط على الأرض أثناء الزراعة، والتخلص منها خارج مكان الإنتاج.

تغلف عبوات إنتاج المشروم المحارى جيدًا بالبلاستيك خلال فترة التحضين، وهى الفترة التى تلزم لانتشار الغزل الفطرى فى كل أجزاء المادة العضوية، وتتراوح من ٧ إلى ١٠ أيام صيفًا، تزيد إلى ١٤ يومًا أو أكثر قليلاً شتاءً (عن أحمد ١٩٩٥ ب).

وتتعدد طرق زراعة عيش الغراب المحارى، كما يلى:

الزراعة فى الأكياس البلاستيكية

تجرى الزراعة فى الأكياس بوضع طبقة من البيئة فى الكيس بسمك ١٠ سم تنثر فوقها تقاوى الفطر، ثم توضع طبقة أخرى من البيئة بسمك ١٠ سم تنثر فوقها التقاوى مرة أخرى، وتغطى – بدورها – بطبقة من البيئة بسمك ٥ سم. يلى ذلك غلق الأكياس جيدًا وتركها لمدة ٢–٣ أسابيع لحين ظهور النمو الميسيليومى الأبيض بها، وتترك لمدة

أسبوع بعد ذلك، ثم تفتح الأكياس من أعلى وتشق من الجوانب لخروج النموات الثمرية منها.

الزراعة فى الصناديق البلاستيكية

تستخدم للزراعة بهذه الطريقة صناديق بلاستيكية يمكن رصّها فوق بعضها البعض، ويلزم لكل منها حوالى كيلو جرام واحد من بيئة الزراعة. يوضع بكل صندوق طبقة من البيئة بسمك ١٠ سم تنثر فوقها التقاوى، ثم يوضع فوقها طبقة أخرى من البيئة بسمك ٥ سم ثم تغطى كل ٥ صناديق معًا بكيس بلاستيكى كبير لمدة ٢-٣ أسابيع وحتى ظهور النمو الميسيليومى الأبيض، ويلى ذلك رفع الغطاء مع رش الصناديق يوميًّا برذاذ خفيف من الماء لحين الإثمار، الذى يحدث بعد حوالى أسبوعين من رفع الغطاء.

الزراعة فى الشباك البلاستيكية

تستخدم الشباك البلاستيكية - كتلك المستخدمة فى تعبئة الخضر والفاكهة - بوضعها فى أكياس بلاستيكية ثم إضافة البيئة والتقاوى فى الشباك كما فى حالة الزراعة فى الأكياس، وبعد فترة التحضين التى تستمر لمدة ٢-٣ أسابيع يتم إخراج الشباك من الأكياس وتعليقها مع رشها يوميًّا برذاذ خفيف من الماء.

الزراعة فى أسطوانات الشباك البلاستيكية

تكون الزراعة فى حذه الحالة فى أسطوانات بطول ١,٥م وقطر ٣٠ سم من ذات الشباك التى تجزأ إلى وحدات صغيرة لتعبئة الخضر والفاكهة فيها. تتم الزراعة فى الأسطوانات كما تجرى فى الشباك مع تغليفها بشرائح بلاستيكية لحين انتهاء فترة التحضين التى تستمر لمدة ٢-٣ أسابيع، ثم تعلّق، مع رشها يوميًّا برذاذ خفيف من الماء. يلزم لكل أسطوانة من تلك المحددة أبعادها أعلاه حوالى ٢٥ كجم من بيئة الزراعة، تخلط بها التقاوى على شريحة بلاستيكية نظيفة قبل تعبئتها.

الزراعة على أرفف

تجهز الأرفف بعرض ١م وبطول عنابر الزراعة، مع إمكان عمل ٥-٦ طبقات من

الأرفف. توضع بيئة الزراعة بسمك ١٥ سم فى كل رف، وترش بالتقاوى، ثم تغطى التقاوى بطبقة أخرى من البيئة بسمك ٥ سم، ثم يغطى الرف تمامًا بشريحة بلاستيكية إلى حين انتهاء فترة الحضانة، حيث يُزال الغطاء البلاستيكى وتعرض يوميًّا لرذاذ خفيف من الماء (عن مدبولى ١٩٩١).

عمليات الخدمة

يُزال الغطاء البلاستيكى بعد انتهاء فترة التحضين مباشرة، علمًا بأن إزالته قبل انتشار الغزل الفطرى فى بيئة الزراعة يؤدى إلى نقص المحصول، بينما يؤدى ترك الغطاء بعد انتهاء فترة التحضين إلى إنتاج أجسام ثمرية مشوهة، وغير مكتملة النمو.

لا تجرى أى عمليات خدمة أثناء فترة التحضين باستثناء مراقبة الإصابات الحشرية. وتجدر الإشارة إلى أهمية الامتناع عن رى المزرعة خلال فترة التحضين لأنه يؤدى إلى زيادة التلوث الميكروبى.

ويراعى بعد إزالة الغطاء الاهتمام بعمليات التهوية، والرى ومكافحة الأمراض والحشرات، مع توفير رطوبة نسبية عالية (٧٠–٨٠٪)، وحرارة لا تزيد عن ٣٠°م، وإضاءة متوسطة الشدة لمدة أربع ساعات يوميًّا.

التحكم فى الرطوبة النسبية والمحتوى الرطوبى لبيئة الزراعة

لا يتحمل المشروم الرطوبة النسبية الأقل من ٧٠٪؛ لأنها تؤدى إلى فقده للرطوبة وتعرضه للذبول مع احتمال جفافه، ويزداد الأمر سوءًا عند نقص الرطوبة فى بيئة الزراعة ذاتها.

وفى المقابل .. تؤدى زيادة الرطوبة النسبية إلى درجة التشبع – وخاصة خلال فصل الشتاء – نتيجة لسوء التهوية – إلى تكثف قطرات من الماء على الثمار ذاتها وزيادة محتواها الرطوبى عن ٩٠٪؛ مما يعرضها لسرعة التلف أثناء تداولها بعد الحصاد.

كذلك تؤدى زيادة الرطوبة فى بيئة الزراعة عما ينبغى إلى سوء التهوية بها؛ مما

يؤدى إلى ضعف النشاط الحيوى للفطر، بينما تحفز تلك الظروف نمو كائنات دقيقة أخرى غير مرغوب فيها.

وتتم المحافظة على المستوى المرغوب فيه من الرطوبة النسبية داخل غرف الإنتاج برش رذاذ خفيف من الماء – على صورة ضباب – على فترات، وإذا تعذر ذلك يستعمل الخيش أو الإسفنج المبلل لرفع الرطوبة النسبية، مع ضرورة تطهيره كل حوالى ثلاثة أيام بالماء والصابون والسافلون (٥٪) لوقف نمو الميكروبات عليه.

كما يمكن فى بيوت الإنتاج الكبيرة استعمال نظام متكامل للترطيب والتهوية (نظام التبريد الصحراوى بنظام المروحة والوسادة) كالمستخدم فى الزراعات المحمية.

التحكم فى الإضاءة

لا يحتاج عيش الغراب المحارى للضوء فى مرحلة نموه الأولى أثناء نمو الميسيليوم التى تستغرق حوالى ٣–٤ أسابيع، بينما يحتاج إلى إضاءة قليلة بعد ذلك لكى يُستَحث على تكوين الأجسام الثمرية. تستخدم شباك التظليل التى تحجب ٧٥٪ من الضوء، أو الستائر الثقيلة لحجب الضوء فى الأماكن التى يدخلها ضوء الشمس، بينما تستعمل الإضاءة الصناعية بقوة ١٠٠ لوكس فقط لمدة ١٢ ساعة يوميًّا فى الأماكن المظلمة.

وتجدر الإشارة إلى أن ثمار عيش الغراب المحارى تكون فاتحة اللون فى الضوء الخافت والجو الدافئ، بينما تصبح تلك الثمار بنية فاتحة أو رمادية اللون – حسب نوع الفطر – عند ازدياد شدة الإضاءة وانخفاض درجة الحرارة. هذا فضلاً عن أن إضاءة أشد من ١٠٠ لوكس تعد ضرورية لظهور اللون المميز لبعض الأنواع، مثل: اللون الذهبى للنوع *P. cornucopiae*، الذى يكون باهت اللون فى الضوء الخافت.

التهوية والتحكم فى نسبة ثانى أكسيد الكربون

ينمو الغزل الفطرى لعيش الغراب المحارى فى تركيزات عالية من ثانى أكسيد الكربون تصل إلى ١٥–٢٠٪، ولكنه يقف عن النمو فى تركيز ٣٠٪ أو أعلى. ويعنى ذلك أن ميسيليوم فطر عيش الغراب المحارى يمكنه النمو – دونما منافسة من الكائنات

الدقيقة الأخرى – فى تركيزات مرتفعة من غاز ثانى أكسيد الكربون تصل إلى ٢٠٪ لا تتحملها الكائنات الأخرى المنافسة له.

وبعد انتهاء فترة التحضين الأولى التى يغزو خلالها الفطر جميع أجزاء المادة العضوية، يرفع الغطاء البلاستيكى من حول بيئة الزراعة، بهدف خفض نسبة ثانى أكسيد الكربون وزيادة الأكسجين، وتساعد التهوية الإجبارية (باستعمال شفاط الهواء) فى تحقيق ذلك الهدف، الذى يعد ضروريًا لإنتاج الفطر لأجسامه الثمرية؛ علمًا بأن زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون عن ٠,٠٦٪ (ضعف نسبته فى الهواء العادى) خلال تلك الفترة يؤدى إلى استطالة سيقان الأجسام الثمرية دون تكوينها لقبعات.

ونظرًا لأهمية عمليات التهوية والترطيب .. يفضل تحريك الهواء داخل غرف الإنتاج باستعمال المراوح، وإخراجه من الغرف باستعمال الشفاطات، على أن يتم ذلك صباحًا ومساءً مع الترطيب خلال فترة الظهيرة (عن أحمد ١٩٩٥ ب).

الحصاد والتداول

تقطف ثمار عيش الغراب عندما تنضج، ويكون ذلك بعد انتهاء فترة التحضين بنحو ٧ أيام (بعد حوالى ٤ أسابيع من الزراعة)، ولا توجد علاقة وثيقة بين حجم الثمرة ودرجة نضجها ويكرر القطف بعد ذلك ٢–٣ مرات على فترات أسبوعية.

ومن أهم علامات النضج توقف نمو الثمرة، وتلون حوافها باللون البنى الفاتح، كما تلتف حواف الثمرة إلى أسفل، ولكن يجب أن يتم القطف قبل شدة ظهور ذلك الالتفاف.

وتجدر الإشارة إلى أن الثمار المتزاحمة لا تزداد كثيرًا فى الحجم نظرًا لشدة التنافس فيما بينها، بينما تنمو الثمار المنفردة بدرجة كبيرة. ويمكن عن طريق خف الثمار المتزاحمة الحصول على ثمار كبيرة الحجم.

ومن أهم مواصفات الثمار الجيدة، ما يلى:

١ – أن تكون الثمار غير ممزقة وتامة النضج، مع خلوها من البقع الميتة.

٢ – ألاّ تكون الثمار مبتلة أو جافة.

٣ – أن تكون حواف القبعة كبيرة وفاتحة اللون، والخياشيم جافة، والساق قصيرة.

٤ – عدم وجود أية أطور حشرية على الثمرة.

ينفصل الجسم الثمرى بسهولة من بيئة الزراعة عند نزعه منه، ولكن يجب الحذر من تقطيع القلنسوة.

قد تدرج الثمار حسب الحجم، أو لا تدرج حسب رغبة المستهلك، ولكن يجب فصل الثمار المتراكبة عن بعضها وتقطيع السيقان الطويلة بحيث لا يزيد طولها عن سنتيمترين لكل ثمرة.

وعادة .. يكون مكان اتصال الساق بالقبعة مركزيًّا فى الثمار التى تتكون أعلى أكياس الإنتاج، بينما تكون السيقان جانبية فى الثمار التى تتكون جانبيًّا، وتتقوس السيقان على شكل حرف U فى الثمار التى تتكون من أسفل الكيس أو السَّبَت، وجميع تلك الأشكال مقبولة تجاريًّا.

يمكن استخدام المناديل الورقية فى تنظيف ثمار عيش الغراب مما قد يكون عالقًا بها من بيئة زراعة، ولكن لا يستخدم الماء أبدًا فى التنظيف لأنه يعرضها للفساد السريع.

تكون التعبئة إما فى أطباق من الفوم سعة ٢٥٠ جم للمستهلك مع تغطيته بالسلوفان، وإما فى كراتين مثقبة سعة ٥ كجم للمطاعم، أو سعة ٥–١٠ كجم للفنادق. ويراعى عدم ضغط الثمار فى العبوة حتى لا تتكسر.

يراعى سرعة تبريد ثمار عيش الغراب بعد حصادها إلى ٤ْم، ثم المحافظة عليها على تلك الدرجة لحين وصولها للمستهلك.

وبالإضافة إلى التسويق الطازج لعيش الغراب المحارى، فإنه يستهلك – كذلك – مخللاً ومجففًا بغرض خفض محتواه الرطوبى من ٩٠٪ إلى ١٦٪ (عن أحمد ١٩٩٥).

ولمزيد من التفاصيل عن عيش الغراب المحارى .. يراجع Bahl (١٩٩٤).

إنتاج عيش غراب القش

يعرف عيش غراب القش باسم straw mushroom، وكذلك بالأسماء paddy mushroom، و Chinese mushroom، و Champignon de Pailla، ومن أهم أنواعه *Volvariella volvacea* (Bull ex Fr.) Sing، و *V. esculenta*.

يعد عيش غراب القش من الأنواع الاستوائية، وهو ينتج أساسًا في جنوب شرق آسيا في مزارع تتباين في مدى تجهيزها بين الأماكن البسيطة التى تستخدم فيها دعائم من البامبو وتظلل بالقش إلى ما بين كاملة التجهيز.

يعتبر قش الأرز أكثر المواد استخدامًا فى زراعة مشروم القش، ولكن تستخدم – كذلك – مواد أخرى، مثل: ورد النيل، ومخلفات نجيل الزيت، و أوراق الموز، ونشارة الخشب، ومخلفات القطن. تنقع المادة المستعملة – أيًّا كانت – فى الماء لمدة يوم واحد أو يومين، ثم تستعمل فى عمل مرقد يتكون من طبقات من المادة.

وقد تبستر المادة أو المواد المستخدمة فى إنتاج مشروم القش أو لا تبستر. وعندما يكون الإنتاج فى الأماكن المظللة فى الجو الخارجى فإنه يجرى بوضع حزم من القش أو طبقات من أى من المواد الأخرى فى كومة على حجارة أو قوالب من الطوب أو أى مواد أخرى يمكن أن توفر صرف جيد. يبلغ سمك المادة العضوية حوالى ٢٠ سم ومساحتها السطحية حوالى ١م². وقد تستخدم فى إنتاج المشروم صناديق خشبية تبلغ أبعادها ٨٠ × ٨٠ سم وبعمق ١٠ سم، تملأ بالمادة العضوية.

أما الإنتاج فى المبانى المعدة لهذا الغرض فإنه يجرى إما فى صناديق خشبية، وإما على أرفف تملأ بالمادة العضوية، ويكون سطح كل منها حوالى ١م². وتستخدم المادة العضوية المبسترة غالبًا فى الإنتاج فى هذه المبانى، كما يبلغ عمق طبقة المادة العضوية فيها حوالى ٣٠ سم.

تبدأ الزراعة بالتلقيح بالتقاوى (السباون) التى يُحصل عليها غالبًا من القش أو المواد الأخرى التى استخدمت فى مزرعة انتهت حديثًا؛ ذلك لأن المزارع النقية للفطر ليست متوفرة بسهولة. تقطّع تلك المواد المستنفذة إلى أجزاء بطول ٢–٥ سم، وتوضع فى أوعية زجاجية مع ١٪ كربونات كالسيوم، و ١–٢٪ نخالة أرز لكى يتمكن الفطر من استعمار

البيئة المستعملة بسهولة. يضاف السباون المجهز بتلك الكيفية بين طبقات القش – أو المواد الأخرى المستعملة – أثناء تجهيز مراقد الإنتاج.

تظهر الأجسام الثمرية الأولى بعد نحو ١٥–٢٥ يومًا من إضافة التقاوى، وتزداد المدة عندما يُعتمد على الفطر الموجود فى الكومبوست المستنفذ – مباشرة – دونما إكثار مسبق له، وهى – بصفة عامة – ليست بالطريقة التى يمكن الاعتماد عليها فى الإنتاج الجيد. وتتراوح الحرارة المثلى لهذا المشروم بعد إضافة التقاوى مباشرة بين ٣٦، و ٣٨°م، تخفض أثناء النمو الميسيليومى للفطر فى الكومبوست إلى ٣٢–٣٤°م، ثم عند الإثمار إلى ٣٠°م مع ٨٠٪ رطوبة نسبية.

ومن الأهمية بمكان المحافظة على الرطوبة المناسبة فى المادة العضوية بالرى اليومى بالرذاذ الدقيق، علمًا بأن المدى الرطوبى المناسب يتراوح بين ٦٥، و ٧٠٪ من السعة الحقلية (أى قدرة المادة العضوية على الاحتفاظ بالماء بعد انصراف الماء الزائد منها بفعل الجاذبية الأرضية).

لا يعد الضوء ضروريًا لإنتاج مشروم القش إلاّ وقت الإثمار، ويتعين توفير الإضاءة التى تلزمه – آنذاك – فى حالة الإنتاج داخل المبانى المقفلة.

لا يسمح لمشروم القش بالنمو حتى بلوغ أقصى حجم ممكن له، ولكنه يحصد قبل تمزق الكيس الغشائى volva، أو بعد تمزقه مباشرة. وعند الحصاد يتم جذب الجسم الثمرى لأعلى مع لفه وتجنب الإضرار بالأجسام الثمرية المجاورة له. يستمر الحصاد لمدة ٢٠–٣٠ يومًا وربما يجرى يوميًا خلال القطفات المبكرة. ويكون الحصاد – عادة – فى عدة قطفات تستمر كل منها ٤ أيام ويفصل بينها حوالى ٥–١٠ أيام. ويتراوح المحصول بين ٢ إلى ٧ كجم/م^{٢}.

لا يحتفظ مشروم القش بجودته لفترة طويلة بعد الحصاد، ويسوق كل المحصول – الذى لا يستهلك طازجًا – كمنتج معلب أو مجفف (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

ولمزيد من التفاصيل عن طريقة إنتاج عيش غراب القش .. يراجع Bahl (١٩٩٤).

إنتاج عيش الغراب الشيتاكى

يعرف عيش الغراب الشيتاكى Shitake Mushroom – كذلك – بالأسماء: black forest، و hiratake (وهو اسم يابانى)، و xiang-gu، و shiang-gu (وهما اسمان صينيان)، ويعرف علميًا باسم *Lentinula edodes* (Berk). *Pegler*، وهو يعد ثانى أهم أنواع المشروم المزروعة، حيث ينتج على نطاق واسع فى كل من اليابان والصين.

ينفرد عيش الغراب الشيتاكى بأنه يعيش على الأخشاب وبطول دورة إنتاجه عن الأنواع المزروعة الأخرى. ويستخدم فى إنتاجه الخشب الصميمى hardwood، وخاصة لأشجار البلّوط *Quercus* spp.، وفى اليابان تستخدم قطع من جذورع أشجار البلّوط الأحمر *Q. acutissima*، والبلّوط الأبيض *Q. serrata*، والكستناء اليابانى *Castanea crenata*، وبعض أنواع البلّوط الأخرى.

تقطع الأشجار عندما تكون ساكنة فى أواخر فصل الخريف وهى الفترة التى يبلغ فيها محتواها الغذائى قمته، ويقطع من الجذوع كتلاً logs بقطر ٥–١٥ سم وبطول متر واحد. ويجب أن يكون المحتوى الرطوبى لتلك الكتل عند قطعها حوالى ٤٠٪ أو أعلى من ذلك، وأن يكون القلف بحالة جيدة. ويعد القلف السليم والكامل ضروريًا للتحكم فى الرطوبة. ولتجنب سخونة القطع الخشبية فإنها توضع تحت تظليل بنسبة ٧٠–٨٠٪.

وللتلقيح بالفطر، يحصل على السباون من غزل الفطر، ذلك لأن الجراثيم التى يحصل عليها من الأجسام الثمرية للفطر لا تعطى مشروم مماثل للأجسام التى أخذ منها. ينمى الغزل الفطرى على بيئة من الحبوب، ثم ينقل إلى بيئة من نشارة الخشب أو إلى خليط من الحبوب والنخالة، ويفضل استعمال نشارة خشب من ذات الأنواع النباتية المستخدمة فى زراعة الفطر. ويمكن تخزين مزارع السباون لفترات طويلة فى النيتروجين السائل، ثم يؤخذ منها ما يلزم لعمل مزارع طازجة حسب الحاجة.

تتم عدوى الكتل الخشبية بوضع مخلوط الميسيليوم مع نشارة الخشب (السباون) فى حفر يتم عملها فى الكتل، أو بوضع مكعبات ملقحة بالميسيليوم فى أماكن تحفر لها فى الكتل. ويتم عمل حفرة واحدة فى كل حوالى ١٠٠ سم^{2} من سطح الكتلة

الخشبية. وغالبًا ما يتم لحام مواضع التلقيح بالسباون بشمع مصهور لمنع الفقد الرطوبى وللمحافظة على السباون فى الحفر. وفى المناطق الدافئة تشمع نهايات الكتل الخشبية كذلك لتجنب الفقد الرطوبى منها.

تكدس الكتل الخشبية معًا خلال فترة نمو الميسيليوم، وهى التى تستغرق حوالى ٥-٨ شهور، يكون الميسيليوم قد استعمر خلالها الكتل، وقد يستغرق ذلك أحيانًا سنة كاملة أو سنتين. ويناسب نمو الميسيليوم خلال تلك الفترة حرارة ٢٤°م، ولا يكون الضوء ضروريًا. وبعد استكمال استعمار الفطر للكتل الخشبية فإنها تنقل إلى مكان الإثمار.

توضع الكتل الخشبية فى أماكن الإنتاج وهى قائمة تقريبًا، وفيها يناسب تكوين الرؤوس الدبوسية حرارة ١٢-٢٠°م، ويعد الضوء ضروريًا خلال تلك المرحلة. تُقلب الكتل الخشبية كل فترة، وتزود بالرطوبة عن طريق غمرها فى خزانات مملوءة بالماء لمدة ١٢-٤٨ ساعة، وقد ترطب برذاذ الماء، ولكن ذلك لا يكون بكفاءة النقع. ويجب تجنب النقع الزائد عن اللزوم. وعادة يتم تظليل مكان الإنتاج طول العام لجعل الفقد الرطوبى عند حده الأدنى. وقد يجرى الإنتاج فى صوبات بلاستيكية أو زجاجية للمساعدة فى تحقيق مزيد من التحكم البيئى. وفى الظروف الجيدة يبلغ المحصول حوالى ١-٢ كجم/كتلة خشبية سنويًا.

يمكن أن تستمر الكتل الخشبية فى الإنتاج لمدة ٢-٤ سنوات معطية - عادة - قطفات رئيسية خلال الربيع والخريف، مع إنتاج كميات قليلة أخرى على امتداد العام. ويمكن تحفيز الفطر لإعطاء ٤-٥ من تلك القطفات الصغيرة بتنظيم عملية نقع الكتل الخشبية فى الماء. ويفيد تنظيم توقيت التلقيح بالسباون فى الحصول على إنتاج مستمر من الفطر.

وفى المناطق التى يصعب فيها الحصول على الكتل الخشبية ينتج المزارعون الفطر فى مزارع من الأكياس bag culture التى تعبأ ببيئة تتكون من رقاقات (كشط) خشب البلّوط أو نشارته، كما يستعمل أنواع شجرية أخرى كذلك، وقد تكون البيئة على صورة كتل مضغوطة أو قوالب (مثل قوالب الطوب) تزود البيئة بمختلف المواد العضوية، مثل نخالة الأرز والقمح والحبوب الأخرى. ويناسب نمو الميسيليوم حوالى

٢٠-٢٤°م، بينما يناسب الإثمار حرارة ١٦°م ورطوبة نسبية ٨٥-٩٥٪ (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

تعبأ أكياس الزراعة بمخلوط من نشارة الخشب الصميمى بنسبة ٨٠-٩٠٪، مع قشور الأرز بنسبة ١٠-٢٠٪، وتعدل الرطوبة إلى ٦٥٪، وقد تضاف كربونات الكالسيوم إلى المخلوط بنسبة ٠,٢٪ (لتعديل الـ pH إلى ٥,٥-٧,٠)، كما قد يحل دقيق الذرة جزئيًّا محل قشور الأرز.

تتميز مزارع الأكياس - مقارنة باستعمال الكتل الخشبية - بسهولة إنشائها، وإمكان استعمال نشارة أى نوع من الأخشاب فيها، ولكن الإثمار يستمر فيها لفترة قصيرة نسبيًّا حيث لا يقطف إنتاجها من المشروم سوى ٣-٤ مرات فقط.

يراعى تعقيم مخلوط الزراعة بالبخار أو فى الأوتوكليف.

تحفظ الأكياس أثناء نمو الغزل الفطرى فى ظروف إضاءة ضعيفة، ورطوبة نسبية عالية، وتهوية قليلة. وعند اكتمال نمو الميسيليوم تُزال قمة الأكياس وتروى بيئة الزراعة جيدًا برذاذ من الماء، ثم تقلب الأكياس على الأرض لكى يصل إليها الماء بالخاصية الشعرية، وتترك على هذا الوضع لمدة ١٢ ساعة، وقد يكرر هذا الأمر ثلاث مرات، مع زيادة الإضاءة والتهوية خلال تلك الفترة التى يكون الهدف خلالها تحفيز الإثمار.

يحتاج مشروم الشيتاكى إلى بعض الإضاءة أثناء نمو الميسيليوم، ولكن يلزم أثناء نمو الأجسام الثمرية توفير إضاءة قوتها ١٠-٥٠ لكس lux لمدة ٨-١٢ ساعة يوميًّا حسب السلالة المستعملة (عن Bahl ١٩٩٤).

وقد أمكن إنتاج سباون الشيتاكى (نمو ميسيليومى وجراثيم بازيدية) بسرعة كبيرة (فى خلال ٢,٦-٤,١ شهرًا) على نشارة خشب صيمى مضافًا إليها أى من البيئات التالية:

البيئة	المكونات
YMMBSA	Yeast extract, malt extract, multigrain oatmeal, brown sugar, agar
YVMBSA	Yeast extract, V-8 vegetable juice, multigrain oatmeal, brown sugar, agar
YVMSA	Yeast extract, V-8 vegatable juice, multigrain oatmeal, sucrose, agar
YVMBS	Yeast extract,, V-8 vegetable juice, multigrain oatmeal, brown sugar
YVMS	Yeast extract, V-8 vegetable juice, sucrose
MVBS	Multigrain oatmeal, V-8 vegetable juice, brown sugar

ومن المعتقد أن ذلك ربما يكون له أهمية اقتصادية هائلة إذ إن إنتاج الشيتاكى التجارى على الكتل الخشبية الملقحة بالسباون يستغرق سنة كاملة إلى سنتين لحين تكوين الأجسام الثمرية (Pacumbaba & Pacumbaba ١٩٩٩).

يجرى الحصاد بلف الجسم الثمرى أثناء نزعه من بيئة الزراعة. وتتم إطالة فترة احتفاظ المشروم بجودته بعد الحصاد بتبريده إلى ١-٢°م وتخزينه فى رطوبة نسبية عالية. وتعد الأجسام الثمرية للمشروم الشيتاكى أكثر تحملاً للأضرار الفيزيائية لأنها أقل امتلاء بالرطوبة وأقل تعرضًا للكسر عن أنواع المشروم الأخرى. كذلك فإن القلنسوة تكون فيه بلون بنى طبيعى؛ مما يجعل الأضرار السطحية أقل ظهورًا.

وعلى الرغم من استهلاك جزء كبير من المشروم الشيتاكى طازجًا، فإن معظم الإنتاج العالمى منه يتم تجفيفه، وخاصة ما يصدر منه. كذلك يعلب ويخلل جزء من المشروم الشيتاكى إلا أنه لا يكون جيدًا مثل المجفف (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

ولمزيد من التفاصيل عن طريقة إنتاج عيش الغراب الشيتاكى .. يراجع Bahl (١٩٩٤)، و أحمد (١٩٩٥ ب).

إنتاج عيش الغراب الإينوكى

يعرف المشروم الإينوكى Enoki mushroom – كذلك – باسم إينوكى تيك Enokitake، واسمه العلمى *Flammulina velutipes* (Fr.) Sing.

يتطلب إنتاج المشروم الإينوكى حرارة منخفضة لتكوين الأجسام الثمرية، ولا تتعدى فترة زراعته من التلقيح بالسباون إلى الحصاد ٥٠–٦٠ يومًا، وتعد اليابان أكبر الدول المنتجة والمستهلكة له، ويليها الصين وكوريا.

تكون ساق المشروم الإينوكى رفيعة وبطول ٧–١٠ سم، ومظلته صغيرة لا يزيد قطرها عن سنتيمتر واحد.

ومن أهم خصائص هذا المشروم عدم احتياجه للضوء لتهيئة تكوين مبادئ الرؤوس الدبوسية، على الرغم من حاجته للضوء لاكتمال تكوين المظلات.

ويتطلب إنتاج المشروم الإينوكى بيئة تتكون من نشارة الخشب الصميمى لأشجار الدردار elm عادة، مع نخالة الأرز – التى تفيد كمصدر أولى للغذاء – بنسبة حوالى ٢٠٪. وتكون الزراعة إما فى أكياس بلاستيكية، وإما فى زجاجات ذات فوهات واسعة.

يمكن أن ينمو الغزل الفطرى فى مدى واسع من درجات الحرارة، إلاّ أن الحرارة المثلى هى ٢٥°م، مع ٦٠–٦٥٪ رطوبة نسبية. وبعد تخلل الميسيليوم للبيئة تخفض الحرارة إلى ما بين ٨، و ١٢°م، وترفع الرطوبة النسبية إلى ٨٠–٨٥٪ لتحفيز تكوين مبادئ الأجسام الثمرية.

يناسب تكوين ساق المشروم الإينوكى حرارة ٣–٨°م، ورطوبة نسبية ٧٥–٨٠٪، بينما يناسب اكتمال تكوين القلنسوة حرارة ١٥°م. وتعمل الحرارة المنخفضة – فى المراحل المبكرة لتكوين الساق – على منع تصلبها وزيادتها فى الطول عما ينبغى، كذلك من المهم الإبقاء على نسبة ثانى أكسيد الكربون عند حوالى ٥٪ لتحفيز القدر المناسب من استطالة الساق.

وفى المراحل المتأخرة من النمو توضع أسطوانة بلاستيكية أو ورقية قصيرة (رقبة) حول السيقان المتزاحمة لجعل نموها قائمًا، فتنمو من خلال تلك الرقبة وتكَون القلنسوات خارجها (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

الكمأة (الترفاس)

تعرف عدة أنواع من الكمأة truffles، منها: *Tuber melanosporum*، و *T. magnatum*، وهى من الفطريات الأسكية Ascomycetes التى تنتج ثمارها تحت التربة hypogeously، وتعيش إجباريًا فى معيشة تعاونية مع جذور عديد من الأنواع النباتية الشجرية، مثل البلّوط .*Quercus* spp.

يحصل على الكمأة من نمواتها البرية، أو بعد وضع السباون (التى يحصل عليها من بيئتها الطبيعية، حيث توجد نامية بريًا) بالقرب من جذور الأشجار، وقد يتم إعداد مشاتل لهذا الغرض تتم عدواها بجراثيم الكمأة، ثم تشتل بعد ذلك. وتفيد المحافظة على رطوبة التربة أو تغطية التربة بالبلاستيك فى تحفيز الفطر على تكوين العلاقة التعاونية مع جذور النباتات.

وفى الخارج .. تستخدم الكلاب المدربة بما لديها من حاسة شم قوية فى التعرف على أماكن نمو الكمأة، ومن أهم المركبات المسئولة عن نكهة الكمأة المميزة الـ dimethyl sulphide.

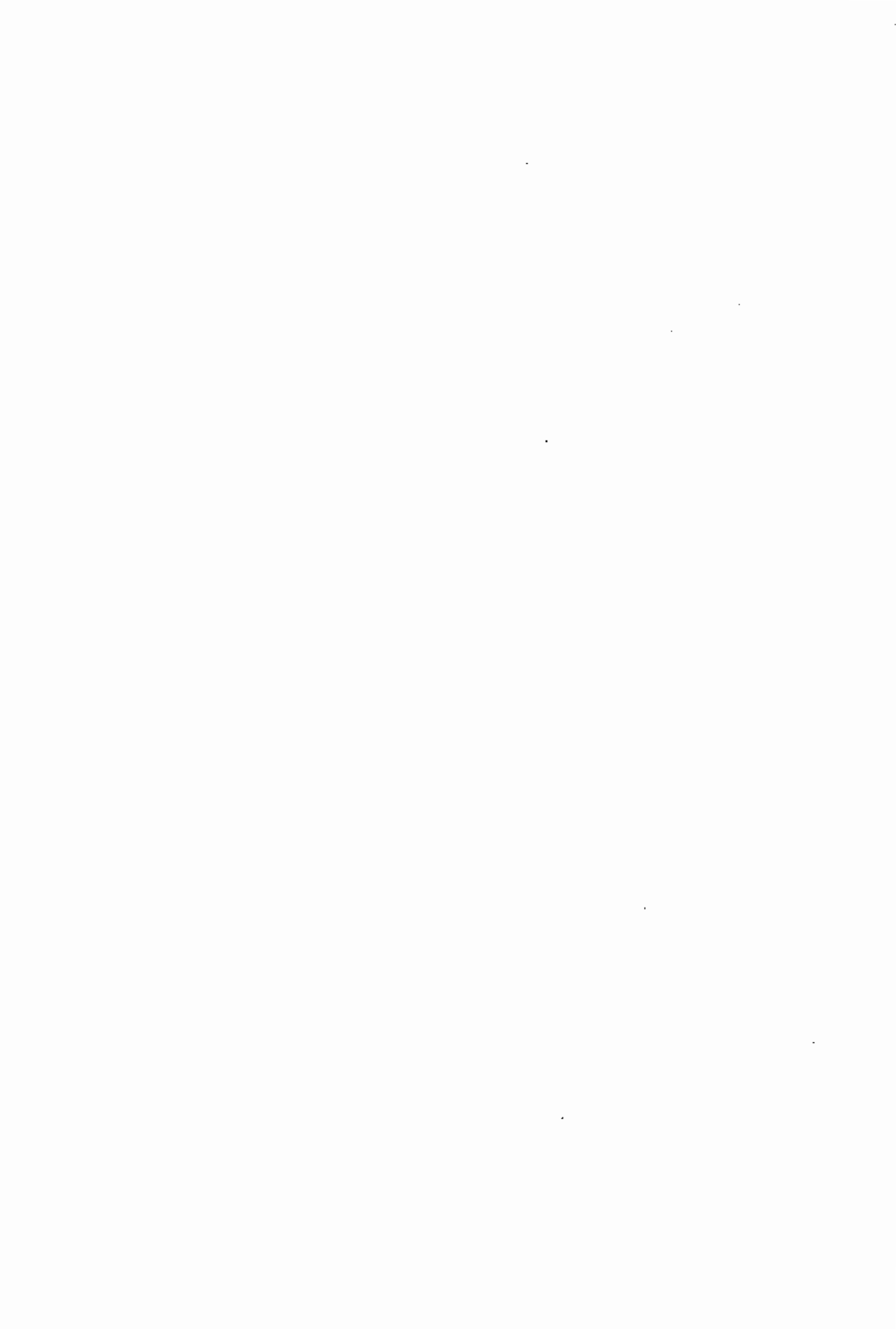
تعد الكمأة أكثر تحملاً لعمليات التداول والتخزين عن معظم أنواع المشروم، كما يمكن حفظها بالتجفيف والتعليب.

ويقدر الإنتاج العالمى من الكمأة بنحو ٤٠٠ طن سنويًا، ولكن يتباين هذا الرقم كثيرًا من عام لآخر. وشهدت أمريكا الشمالية والصين مؤخرًا توسعًا كبيرًا فى إنتاجها (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

تفحم الذرة

يعتبر تفحم الذرة من أمراض الذرة الشائعة التى تصيب الكيزان والحبوب، ويسببه الفطر .*Ustilago maydis* (DC.) Cda، ولكن الأجسام الثمرية لهذا الفطر - وهو من البازيديات Basidiomycetes - تستخدم كمشروم فى المكسيك. وفى بعض الأحيان يزرع الذرة بغرض عدواه بالفطر لأجل حصاد أجسامه الثمرية. وتعد أصناف الذرة السكرية الفائقة الحلاوة أكثر قابلية للإصابة بالفطر.

ويجرى الحصاد بعد نحو ١٢-١٥ يومًا من ظهور الحريرة، ولكن قبل ظهور جراثيم الفطر السوداء؛ وهى التى تظهر بعد ٢-٣ أيام أخرى.



الفصل الخامس عاشر

فسيولوجيا عيش الغراب

إنبات الجراثيم

من الصعوبة بمكان دفع جراثيم المشروم للإنبات فى البيئات الصناعية؛ وذلك لأنها تحتاج إلى محفز لكى تباشر بالإنبات، ويبدو أن ذلك المحفز يأتى – على الأقل فى المشروم العادى *A. bisporus* – من ميسيليوم الفطر ذاته. وقد أمكن دفع إنبات جراثيم أنواع أخرى من الـ *Agaricus* باستعمال ميسيليوم *A. bisporus* كمحفز. وقد وجد أن الجراثيم لا تنبت إلاّ فى وجود أعداد كبيرة منها أو فى وجود مركبات متطايرة خاصة، وتبين أن أعدادًا كبيرة من الفطريات يمكنها إنتاج المركبات؛ بما يعنى أن إنبات جراثيم المشروم لا يستلزم سبق توفر ميسيليوم الفطر (عن Elliott ١٩٨٥ أ).

النمو والتطور

النمو الميسيليومى

يؤدى تواجد الفطر المحب للحرارة *Scytalidium thermophilum* فى الكومبوست إلى زيادة معدل نمو ميسيليوم المشروم العادى إلى الضعف تقريبًا، لا يرجع ذلك التأثير إلى إحداث الفطر لزيادة فى تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون من خلال نشاطه، إذ إن التأثير المنشط للفطر يظهر حتى عند توفر تركيز مثالى من الغاز (Straatsma وآخرون ١٩٩٥).

الإثمار

أوضحت الدراسات تواجد سلالات فلورية fluorescent strains من بكتيريا الـ *Pseudomonas* فى طبقة غطاء التربة، تراوحت نسبتها بين ١٤٪، و ٤١٪ من الأعداد الكلية للبكتيريا الموجودة، وقد تزامنت الزيادة فى أعدادها مع بداية إثمار المشروم (Miller وآخرون ١٩٩٥).

ويُرتبط تطور نمو الأجسام الثمرية التى يبلغ قطرها ١٠ ملليمترات وحتى مرحلة اكتمال نضجها (مرحلة القلنسوة) .. يرتبط خطيًا بدرجة الحرارة فيما بين ١٠، و ٢٥°م حسب المعادلة التالية:

$$y = 0.22x + 8.77$$

حيث إن:

y = الوقت اللازم لنمو الجسم الثمرى من قطر ١٠ مم إلى مرحلة تكون القلنسوة الناضجة.

x = درجة الحرارة بالمئوى.

وتعنى المعادلة المبينة أن الوقت اللازم لحدوث النمو المطلوب يقل بمقدار يوم واحد مع كل ارتفاع قدره ٤,٦°م (عن Flegg & Wood ١٩٨٥).

منظمات نمو المشروم

أمكن عزل المركب 10-Oxo-trans-8-decenoic acid (اختصارًا: ODA) من المشروم *A. bisporus*، وبإضافته إلى ميسيليوم المشروم النامى على بيئات سائلة أو صلبة (potato dextrose yeast مع الآجار أو فى صورة broth) وجد أنه يؤدى إلى استطالة السيقان stipes. وبإضافة المركب ODA إلى طبقة غطاء التربة بتركيز ١,٢ أو ٥,٣ جزءًا فى المليون فى صورة مسحوق المشروم أدى إلى زيادة محصول المشروم فى القطفة الأولى؛ بما يعنى أنه ربما يحفز الفطر على تكوين الأجسام الثمرية. كذلك وجد أن المركب ODA يحفز نمو الجزء العلوى من سيقان المشروم المفصولة؛ بما يعنى أنه ربما يلعب دورًا فى استطالة سيقان الأجسام الثمرية بعد الحصاد. وقد اقترح أن المركب ODA من منظمات نمو المشروم (Mau وآخرون ١٩٩٢).

كذلك أدت إضافة السابونين saponin (من الـ *Quillaja*) بتركيز ٠,٠٠١–٠,٠١٪ إلى بيئة الـ malt extract agar النامى بها عيش الغراب المحارى *Pleurotus ostreatus* .. أدت إلى تحفيز المشروم لتكوين الأجسام الثمرية بصورة درامية .. إلا أن زيادة تركيز السابونين فى البيئة إلى ٠,١٪ ثبطت نمو مظلات الأجسام الثمرية (Mage ١٩٩٩).

تأثير البكتيريا القادرة على القيام بعملية البناء الضوئى

أدى رش طبقة غطاء التربة بالبكتيريا *Rhodopseudomonas palustris* القادرة على

القيام بعملية البناء الضوئى قبل القطف وبين القطفات إلى زيادة محصول المشروم العادى جوهريًّا بمعدل ارتبط إيجابيًّا بتركيز المعلق البكتيرى المستخدم. وعندما استخدم ٥ لترات من معلق يحتوى على ٣,٣ × ١٠[٩] خلية بكتيرية حية/ملليمتر لكل مرقد إنتاجى (٠,٥٤م[٢]) ازداد محصول المشروم بنسبة ٣٩,٥٪. هذا .. ولم تؤثر المعاملة على محتوى الأجسام الثمرية من المادة الجافة أو البروتين (Han ١٩٩٩).

تأثير المركبات المتطايرة على المشروم

تظهر حالة العرف الوردى (وهى التى يتكون فيها نسيج الخياشيم على السطح العلوى للمظلة) نتيجة للتعرض لأبخرة بعض المواد، مثل: الكيروسين، وزيت الديزل. وتبلغ حساسية المشروم العادى لأبخرة زيت الديزل أقصاها عندما يكون بقطر ٢–١٠ مم.

ومن المركبات الأخرى التى قد تلوث الهواء وتؤثر فى النمو الثمرى للمشروم: الفورمالدهيد، والتولين toluene، والزيلين xylene، حيث تؤدى إلى صغر حجم الأجسام الثمرية المتكونة، كما يُحدث التعرض للفورمالدهيد شقوقًا عميقة وتشققات بالمظلة، وهو ما يحدث عندما يستخدم الفورمالين كمحلول مائى فى رى طبقة الـ casing.

ليس للمركبات المتطايرة التى تنطلق من الكومبوست الذى ينمو فيه المشروم (مثل: الألدهيدات، والكيتونات، والإيثانول، والإسترات) سوى تأثير بسيط على تهيئة المشروم لتكوين الأجسام الثمرية وعلى المحصول، ولكنها تحفز نمو الأعفان، من قبيل *Trichoderma viride*، و *Pencillium* spp. فى طبقة الـ casing.

وعمومًا .. فإن التأثير العام للأبخرة التى يتعرض لها المشروم هو: نقص المحصول وصغر حجم الأجسام الثمرية المتكونة، علمًا بأن الأجسام الثمرية هى التى تتأثر بالأبخرة، بينما لا يكون الميسيليوم حساسًا لها (عن Flegg & Wood ١٩٨٥).

صفات الجودة

إن لعديد من العوامل البيئية وعمليات الخدمة الزراعية تأثيرات كبيرة على محصول المشروم وصفات الجودة به، وهى أمور سبق تفصيلها فى الفصل الرابع عشر، الذى يمكن

الرجوع إليه فيما يتعلق – كذلك – بالتأثير الإيجابى لإضافة كلوريد الكالسيوم إلى ماء الرى على محصول الشروم وجودته.

اللون

تكون الهيفات المفردة لعيش الغراب عديمة اللون أو منفذة للضوء، ولكنها تحتوى على إنزيمات تتفاعل – فى ظروف معينة – مع بعض محتويات الخلايا لتكون مركبات ملونة. ويعد الإنزيم monophenol monoxidase (أو tyrosinase) هو المسئول عن التفاعل الذى يؤدى إلى التلون البنى الذى يشاهد عند شيخوخة الجسم الثمرى سواء كان مقطوفًا أم فى مكان إنتاجه. وبينما تعمل الأغشية الخلوية على تأمين فصل الإنزيم عن المركبات التى يعمل عليها أثناء النمو الطبيعى للمشروم، فإن ذلك الفصل يتوقف عند خدش المشروم أثناء حصاده وتداوله، وكذلك عند دخوله فى مرحلة الشيخوخة؛ مما يؤدى إلى تكوين الصبغات البنية اللون. وفى الحالات الشديدة ترشح محتويات الخلايا من المظلة وتجعلها لزجة. وتتحد المركبات الفينولية عديمة اللون التى توجد فى تلك الإفرازات مع الأكسجين لتعطى كوينونات quinones تكون فى البداية وردية اللون، ثم تصبح قرمزية، فبنية. وتتوقف شدة التلون البنى على كل من نشاط الإنزيم ومدى تواجد المواد الأولية التى يعمل عليها. وعلى الرغم من أن تلك التغيرات اللونية تكون دليلاً على الشيخوخة، فإنها ليست بالضرورة دليلاً على وجود أى تغيرات فى الرائحة (عن Nichols ١٩٨٥).

الصلابة والمادة الجافة

تزداد صلابة المشروم بزيادة محتواه من المادة الجافة، فى الوقت الذى تزداد فيه كذلك قدرته التخزينية وتقل درجة انكماشه أثناء التعليب، كما يقل المحصول الطازج (Loon وآخرون ٢٠٠٠).

الطعم والنكهة

يعتقد بعض الباحثين أن بعض المركبات غير المتطايرة تسهم فى إكساب المشروم نكهته المميزة، من بينها: حامض الجلوتامك، والأحماض الدهنية القصيرة السلاسل،

والمواد الكربوهيدراتية، كما قد يسهم البروتين فى إكساب المشروم طعمه العام. كذلك تسهم المركبات النيتروجينية غير البروتينية مثل النيكلوتيدات nucleotides – التى تعرف بكونها مركبات مسئولة عن الطعم فى بعض الأغذية – .. تسهم فى إكساب المشروم طعمه العام. هذا .. إلا أن النكهة – التى تستشعر أساسًا بحاسة الشم – تحددها بصفة رئيسية المركبات المتطايرة التى توجد فى المشروم.

تتركز النكهة المميزة للمشروم العادى – أساسًا – فى الجزء الوسطى من المظلة وفى الساق، بينما تكون النكهة أقل كثيرًا فى كل من الطبقات الخارجية من المظلة، والخمار، والخياشيم.

وحتى عام ١٩٨٥ كان قد تم التعرف على أكثر من ١٥٠ مركبًا متطايرًا فى مختلف أنواع المشروم، وبخاصة فى المشروم العادى *A. bisporus*.

إن كثيرًا من المركبات المتطايرة الهامة فى المشروم تحتوى على ثمانى ذرات كربون، وبعضها أقل تطايرًا يحتوى على عشر ذرات كربون، وهى تتكون إنزيميًا من كل من حامضى اللينوليك linoleic، واللينولينك linoleinc، وكلاهما يتواجد طبيعيًا فى المشروم (عن Manning ١٩٨٥).

يُعد 1 octen-3-ol من أهم المركبات المتطايرة التى تتواجد فى عيش الغراب، وهو الذى يكسب المشروم رائحته المميزة، واعتبرت صورته الطبيعية (–) أهم المركبات المسئولة عن نكهة المشروم، وهى أهم – فى هذا الشأن – من صورته الـ (+).

ومن بين المركبات المتطايرة الأخرى التى وجدت فى عيش الغراب، ما يلى (عن Nichols ١٩٨٥):

1-octen-3-one	3-octanone
3-methylbutanol	3-octanol
benzaldehyde	furfural
benzyl alcohol	phenylacetaldehyde
2,4-decadienal	2-4-nondienal
1-octen-3-yl proprionate	tetrachloro-1,4-dimethoxybenzene
Octanol	

وبدراسة أنواع المركبات المتطايرة التى توجد فى ٨٢ نوعًا من المشروم المأكول والسام، وجدت التربينات الأحادية monoterpenes فى ٣٤ نوعًا منها، وأمكن تحديد ٢٧ من تلك المركبات، والتى كان منها ما يلى (Breheret وآخرون ١٩٩٧).

α-pinene	Limonene
β-phellandrene	Camphene
Linalool	

وقد تراوح تركيز المركب 1-octen-3-ol أثناء دورة إنتاج المشروم بين ١٩,٣، و ٣٧,٢ جزءًا فى المليون، وقد ازداد تركيزه فى الخياشيم عما فى الأنسجة الأخرى، وانخفض تركيزه كثيرًا مع ازدياد فترة التخزين. هذا .. وقد ازداد تركيز المركب فى الأجسام الثمرية الصغيرة المقفلة الخمار عما فى الأجسام الأكثر تقدمًا فى النمو المفتوحة الخمار، ولكنه ازداد مرة أخرى بعد تعرض الخياشيم للجو الخارجى. وأدت إضافة كلوريد الكالسيوم إلى ماء الرى – بهدف تحسين جودة الثمار وقدرتها التخزينية – إلى زيادة تركيز المركب بعد الحصاد مباشرة (Mau وآخرون ١٩٩٢، و ١٩٩٣).

ويعتقد بأن المركب 1-octen-3-one – الذى يزداد تركيزه بعد طهى المشروم فى الماء – يتكون من أكسدة المركب 1-octen-3-ol.

ويؤدى تجفيف المشروم إلى فقد معظم محتواه (حتى ٩٠٪) من المركب الرئيسى المسئول عن النكهة المميزة، وهو 1-octen-3-ol (عن Manning ١٩٨٥).

وقد كانت المركبات المتطايرة التى أمكن عزلها من النمو الميسيليومى للمشروم العادى النامى فى بيئات صناعية سائلة فى دوارق مخروطية هزازة مماثلة لتلك التى توجد فى الأجسام الثمرية، على الرغم من وجود اختلافات بينهما فى تركيز المركبات ونسبتها إلى بعضها البعض. وقد كان أبرز المركبات تواجدًا فى الحالتين هو 1-octen-3-ol. وقد ازداد محتوى الميسيليوم من هذا المركب بعد إضافة حامض اللينوليك linoleic acid إلى الميسيليوم الذى تم حصاده من بيئة أضيف إليها زيت فول الصويا. ويستدل من ذلك أن البيئات السائلة تعد طريقة بديلة لإنتاج ميسيليوم فطرى ذا محتوى عال من المركبات المسئولة عن نكهة عيش الغراب لاستخدامها كمكسبات طعم فى الأغذية (Mau & Hwang ١٩٩٩).

ومن أهم المركبات المسئولة عن النكهة المميزة فى الشيتاكى (*Lentinus edodes*) المركب 1,2,3,5,6-pentathiepane (أو lenthionine). كذلك عزل من هذا المشروم المركبات الكبريتية: methanethiol، و dimethyl sulfide، و dimethyl disulfide، وهى التى – إلى جانب إسهامها فى إكساب الشيتاكى نكهته المميزة – فإنها تسهم – كذلك – فى إكسابه طعمه المميز.

هذا .. ويستعمل المشروم *Moramius alliaceus* (أو مشروم الثوم garlic mushroom) كبهار، وذلك لما له من طعم متميز. وقد أمكن عزل ٢٧ مركبًا متطايرًا منه تضمنت المركبات المتطايرة والكبريتية التالية (Rapior وآخرون ١٩٩٧):

2,3,5-trithiahexane	2,4,5,7-tetrathiaoctane
3,4-dithiahexane	2,4-dithipentane
1,3-dithietane	2, thiapentanal
2,3,5-trithiahexane	benzaldehyde
dimethyl disulfide	2,3,4,6-tetrathiaheptane
dimethyl tetrasulfide	dimethyl trisulfide

العيوب الفسيولوجية

تظهر بعض العيوب الفسيولوجية على صورة تكوينات شاذة عند الإنتاج التجارى للمشروم. وعلى الرغم من ربط المنتجين لتلك الحالات الشاذة بالسباون المستخدمة، إلاّ أن السباون غالبًا ما تكون بريئة من تلك الحالات، التى يعتقد أن مردها إلى التعرض لظروف بيئية غير مناسبة.

الجل الصلب hard gill

تعرف حالة الجل الصلب – كذلك – باسم "الخمار المفتوح" open veil، وفيها يكون الخمار مفتوحًا أو غائبًا، والخياشيم غير طبيعية أو صغيرة أو غير موجودة، ولا يعرف سبب تلك الحالة.

الساق المجوفة hollow stripe

يلاحظ فى حالـة الساق المجوفة وجـود فـرق فـى القـوام بـين الجزأيـن الخـارجى والداخلى للساق، وقد يتفتح الجزء الخارجى ويتدلى، ولا يعرف سبب تلك الحالة.

الأشكال الغريبة freak mushrooms

تظهر أحيانًا أشكال غريبـة للمشـروم، مثل التحـام قلنسـونين معًـا، أو نمـو مشـروم فوق آخر، وهى حالات قليلـة جـدًّا، ولا تشـكل مشـكلة لمزراعـى المشـروم (عـن Elliott ١٩٨٥ ب).

عرف الديك الوردى

تتكون الخياشيم – أحيانًا – على السطح العلوى للمظلة التى تكون مشـوهة ومقلوبـة تمامًا، وهى حالة تعرف باسم عرف الديـك الـوردى rose comb، نظـرًا لأن الخياشـيم تكون وردية اللون وغير منتظمة الشكل وتظهر كبروزات من التاج.

تظهر تلك الحالة الفسيولوجية – عادة – عند اسـتعمال الزيوت المعدنيـة أو أبخرتـها فى حجرات إنتاج المشروم، سـواء أكان اسـتعمالها فى مكافحـة الآفـات، أم فـى تنظيـف الحجرات، أم فى تدفئتها.

السيقان الطويلة

تظهر السيقان الطويلة long stalks فـى حجـرات الإنتـاج السـيئة التهويـة، وتكـون السيقان الطويلة مصاحبة بمظلات صغيرة.

المشروم الحرشفى والمتشقق

يظهر المشروم الحرشفى scaly، والمتشقق cracked عند التعرض للجفـاف، أو للـهواء البارد، أو لانخفاض فى الرطوبة النسبية فى حجرات الإنتاج.

المشروم المفتوح

يتفتح المشروم عند ارتفاع حرارة حجرات الإنتاج كثـيرًا، وعنـد ارتفـاع محتواهـا مـن ثانى أكسـيد الكربون.

اللحمة أو النسيّر

تتكون اللحُمة (أو النسّير) stroma (وهى عبارة عن تركيب مضغوط من هيفات الفطر المتجمعة معًا) تتكون على سطح غطاء التربة casing soil؛ مما يعيق تكوين الأجسام الدبوسية للمشروم. تظهر هذه الحالة الفسيولوجية عند نقص الرطوبة النسبية وزيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون، ويوصى عند ظهورها بإعادة تغطية المراقد (عن Bahl ١٩٩٤).

التشبع المائى

إن من أهم أعراض التشبع المائى water logging – الذى يحدث عند زيادة الرطوبة كثيرًا فى الهواء وفى وسط الزراعة – ظهور مناطق مائية water soaked واضحة على الجسم الثمرى، وخاصة على الساق، مع إفراز الماء من المشروم المشبع به عند الضغط عليه، وفى الحالات الشديدة .. تفرز كميات كبيرة من سائل رائق أو ملون من المشروم المكتمل النمو، ثم ينهار الجسم الثمرى (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

محتوى المشروم المأكول من المركبات الضارة

العناصر الثقيلة

يتراكم الكادميوم والزئبق فى المشروم بمعدلات عالية، بينما يتراكم الرصاص فيه ببطء شديد، وذلك عند نموه فى البيئات الملوثة بتلك العناصر. وفى إحدى الدراسات احتوت ١٦٪ من عينات المشروم التى تم جمعها على الزئبق بتركيز يزيد عن ٠,٠٥ جزء فى المليون، وهو الحد الأقصى الآمن للزئبق فى الأغذية. ومن المعتقد أن مصدر التلوث بالزئبق فى تلك الدراسة كانت أدوية علاج الخيل الذى استخدمت مخلفاته فى عمل كومبوست الزراعة.

كذلك تتراكم الفضة فى المشروم – وخاصة فى الخياشيم – بتركيزات عالية تراوحت فى أنواع الجنس *Agaritus* بين ١٠، و ١٣٣ ميكرو جرام/جم وزن طازج (عن Manning ١٩٨٥).

حامض الأيدروسانيك

دُرس محتوى ١٥٠ نوعًا من الشروم المزروع والبرى – فى كل من ألمانيا وسويسرا – من حامض الأيدروسانيك HCN، ووجد أن ١٤ نوعًا منها فقط – أى حوالى ٩٪ – احتوت على كميات من الحامض تراوحت بين ٧، و ٢٦٨ جزءًا فى المليون على أساس الوزن الطازج. وقد كانت الأنواع المزروعة الرئيسية التى شملتها الدراسة – وهى: عيش الغراب العادى، وعيش الغراب المحارى، وعيش غراب القش خالية تمامًا من الحامض. وفى الحالات التى احتوى فيها نوع مزروع على الحامض، فإن أبسط عمليات الإعداد، مثل مجرد تجفيف الشروم على حرارة أعلى من ٥٠°م، أو طهيه، أو قليه أدت إلى تخليصه تمامًا من الحامض. ولذا .. فإن الشروم المأكول لا يشكل أى مشاكل صحية للمستهلك فيما يتعلق بحامض الأيدروسيانيك (Stijve & Meijer ١٩٩٩).

المركبات المسرطنة

يحتوى الشروم العادى *A. bisporus* وعشرة أنواع أخرى من الجنس *Agaricus* – ليس من بينها *A. sylvaticus* – على مركبين سامين للحيوان، هما:

agaritine (B-N-[-L(+)-glutamyl]-4-hydroxymethylphenylhydrazine

4-hydroxymethylphenyldrazine

ولقد ثبت أن الهيدرازينات hydrazines ومشتقاتها – مثل المركبين أعلاه – تعتبر من المركبات المحدثة للسرطان فى فئران التجارب، ولكن لم تتأكد صحة ذلك – بعد – فى الإنسان.

وبينما يتراوح تركيز الأجاريتين agaritine فى الشروم الطازج بين ٠,٠٣٣٪، و ٠,١٧٣٪ (على أساس الوزن الرطب)، فإن هذا التركيز ينخفض إلى نحو ٣٢٪ مما كان عليه بعد تخزين الشروم لمدة ٥ أيام على ٢ أو ١٢°م، وإلى ٢٦٪ فقط بعد حفظ الشروم على –٥°م لمدة شهر، وإلى ٣٤٪ بعد الطهى فى الماء، ثم إلى ١٣٪ فقط أثناء التصنيع والتخزين .. وجميع هذه العوامل التى تفيد فى خفض محتوى الشروم من الأجاريتين تحدث – غالبًا – بصورة طبيعية سواء أكان ذلك أثناء التسويق، أم التصنيع، أم الطهى (عن Manning ١٩٨٥).

الفصل السادس عاشر

التداول والتخزين وفسيولوجيا ما بعد الحصاد

الحصاد

سبق أن تناولنا بالشرح في الفصل الرابع عشر الأمور التي تتعلق بحصاد كل نوع من أنواع عيش الغراب الهامة المزروعة تجاريًا، وما نقدمه الآن تحت هذا العنوان هو مجرد تذكرة ببعض الأمور المتعلقة بالحصاد قبل الدخول في تفاصيل عمليات التداول والتخزين، وفسيولوجيا ما بعد الحصاد.

يبدأ ظهور نباتات عيش الغراب العادى – عادة – بعد نحو سبعة أسابيع من عدوى المراقد بالفطر (أو بعد نحو ٢–٣ أسابيع من التغطية)، وتصبح جاهزة للحصاد بعد أربعة أيام أخرى، ويستمر الحصاد بعد ذلك – أسبوعيًا – لمدة ٢–٣ أشهر.

تجرى عملية الحصاد قبل تمزق النقاب فى المظلة بنحو ١٢ ساعة، ويتراوح قطر المظلة – حينئذٍ – بين ٢,٥ و ٧,٥ سم، بينما يتراوح قطر الساق من ١–٢,٥ سم. ويكون الحصاد بالتقليع بالجذب لأعلى واللف معًا، وليس بالنزع. ويراعى دائمًا تقليع البقايا اللحمية التى تبقى بعد الحصاد حتى لا تتعفن، كما يجب ملء الفراغات التى تظهر بعد عملية الحصاد إما بإضافة كمية جديدة من نفس الغطاء الذى سبق استعماله، أو من نفس المرقد، ويساعد ذلك على توزيع ماء الرى بالتساوى.

تنتج مزارع عيش الغراب العادى نحو ١٣ كجم من الفطر من كل متر مربع من المراقد، وتتوزع هذه الكمية على عدة قطفات أسبوعية. ويمكن اعتبار المزرعة ذات كفاءة إنتاجية عالية إذا أمكن حصاد نحو ٠,٥–١,٠ كجم من المشروم (وزن طازج) لكل كيلو جرام من الكومبوست المستخدم (وزن جاف). تكون القطفة الأولى قليلة نسبيًا، ثم يزيد المحصول إلى أعلى معدل له فى القطفة الثانية، ثم يقل بصورة تدريجية بعد ذلك إلى نهاية فترة الحصاد التى تتراوح – غالبًا – من ٤٠–٥٥ يومًا، وإن كانت تمتد – أحيانًا من ٣٠ إلى ١٥٠ يومًا، ويتوقف ذلك على عدة عوامل، أهمها: درجة الحرارة؛ حيث

يؤدى ارتفاعها إلى تقلص فترة الحصاد، وتكوين أجسام ثمرية صغيرة الحجم خفيفة الوزن طويلة الساق.

علاقة موعد الحصاد بكمية المحصول وجودته

وجد لدى مقارنة حصاد المشروم العادى قبل يومين أو يوم واحد من موعد الحصاد التجارى المتوقع بالحصاد فى الموعد المتوقع العادى، والحصاد بعده بيوم. أن الحجم الابتدائى للمشروم عند الحصاد يرتبط جوهريًّا بدرجة تفتح المظلة؛ وكلما ازداد تبكير الحصاد كلما قلت احتمالات تفتح المظلة خلال فترة التخزين التالية للحصاد لمدة ٣ أيام على ٢٠°م، وأكثر من ٩٠٪ رطوبة نسبية. هذا ولم تتفتح أصغر الأجسام الثمرية (التى تراوح قطر مظلتها بين ١٥، و ٢٠ مم) أثناء التخزين أيًّا كان موعد حصادها. وقد أظهرت الأجسام الثمرية التى كانت من حجم معين ولكن كان قطفها فى مواعيد مختلفة .. أظهرت تماثلاً فى الحجم والمظهر وقت الحصاد، ولكن تفتح المظلات حدث بنسبة أكبر أثناء التخزين فى تلك التى قطفت فى المواعيد المتأخرة، وكان اكتمال تفتحها أثناء التخزين فى وقت أكثر تبكيرًا. وعلى الرغم من تحسن الجودة عند إجراء الحصاد مبكرًا فإن النقص فى المحصول الذى يترتب على ذلك يكون كبيرًا، ولا يوصى بإجراء الحصاد مبكرًا إلا إذا كانت الزيادة فى الأسعار الناتجة عن تحسن الجودة تعوض النقص الذى يحدث فى المحصول (Braaksma وآخرون ١٩٩٩).

صفات الجودة الهامة

من بين الشروط التى يتطلبها مستهلك المشروم، ما يلى:

١ – النظافة والخلو من الكومبوست ومتبقيات غطاء التربة.

٢ – الخلو من الخدوش والروائح غير العادية.

٣ – اللون الجيد، والامتلاء turgidity (عدم الارتخاء أو الذبول)، وأن يكون فى المرحلة المناسبة من نمو المظلة والساق (عن Nichols ١٩٨٥).

التداول

يتم بعد الحصاد تنظيف المشروم ولكنه لا يغسل. ويقوم البعض بقطع قاعدة الساق

قبل التعبئة. ومن مشاكل تداول المشروم سهولة تجريحه، ومن ثم فقده للرطوبة، وارتفاع معدل تنفسه كثيرًا؛ حيث يبلغ – فى ٢٠°م – أربعة أضعاف معدل تنفس السبانخ التى تعد من أعلى الخضر فى معدل التنفس.

وقد أدى تقصير طول ساق الجسم الثمرى من نحو ٣٥ مم إلى ٥ مم بعد الحصاد مباشرة إلى تحسين القدرة التخزينية على ١٢°م، وذلك على صورة نقص فى التلون البنى وبطه فى تفتح المظلة، وكانت تلك التأثيرات بادية بعد ثلاثة أيام فقط من الحصاد، ولكنها كانت أكثر وضوحًا بعد ثلاثة أيام أخرى. هذا .. علمًا بأن تقليم الساق أدى إلى نقص المحصول المسوق بنسبة حوالى ١٠٪ (Ajlouni وآخرون ١٩٩٢).

التدريج

قد يدرج المشروم أثناء الحصاد بوضع الدرجات المختلفة فى عبوات مختلفة، وقد يعبأ بعد الحصاد، وقد يجرى الحصاد بالمرور على مراقد الإنتاج وقطف ثمار كل رتبة معًا، ثم إعادة المرور لقطف ثمار رتبة أخرى .. وهكذا.

وتعرف ثلاث رتب من المشروم العادى، هى كما يلى:

١ – الأزرار Buttons .. وفيها تكون الأغشية كاملة وغير متمزقة، وتبقى – غالبًا – كذلك لمدة ٢٤ ساعة بعد الحصاد.

٢ – الفناجين Cups .. وفيها تكون الأغشية ممزقة أو تتمزق، وتحتفظ المظلات بانحناءات واضحة إلى أسفل.

٣ – المفتوحة Opens .. وتشمل الثمار المتقدمة فى التكوين عن رتبة الفناجين.

وفى كل الرتب .. يجب أن يتراوح قطر المظلة بين ٢,٥، و ٦,٥ سم ± ١ سم، وألا يزيد طول الساق عن ٢,٥ سم، مع حد أقصى ١,٥ سم فى حالة الأزرار. هذا مع العلم بأن الأزرار التى يقل قطرها عن ٢,٥ سم، والثمار المفتوحة التى يزيد قطرها عن ٦,٥ سم تسوق كذلك (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

التغليف

أدى تغليف المشروم بعد حصاده مباشرة بغشاء غروى مشبع بالرطوبة hydrocolloid

(alginate film) يمكن أن يتحلل بيولوجيًا biodegradable، وصالح للأكل edible (هو المنتج التجارى Elgint) بتركيز ١ أو ٢٪ ثم تخزينه على ٤ْم أو فى حرارة الغرفة .. أدى ذلك إلى جعله أفتح لونًا وأحسن مظهرًا عن المشروم غير المعامل، كما انخفض الفقد الرطوبى من المشروم المغلف – مقارنة بغير المغلف – على أى من درجتى الحرارة (Nussinovitch & Kampf ١٩٩٣).

التبريد الأولى

يفيد التبريد بالماء المثلج فى تبريد المشروم وتنظيفه فى آن واحد. ويؤدى التبريد تحت التفريغ إلى فقد الثمار لنحو ٣٪ من أوزانها، وتؤدى كثرة الفقد الرطوبى إلى اسوداد الساق وتفتح النقاب فى الأجسام الثمرية (Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

التخزين

التخزين المبرد العادى

يمكن حفظ المشروم بحالة جيدة لمدة خمسة أيام – على حرارة الصفر المئوى مع رطوبة نسبية ٩٥٪، وتنخفض هذه الفترة إلى يومين فى حرارة ٤ْم، وإلى يوم واحد فى حرارة ١٠ْم. يجب اعتبار أن فترة التسويق تحتسب من فترة التخزين، وأن يبقى المحصول خلالها فى نفس درجة الحرارة (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨). ويتعين تبريد المشروم سريعًا بعد حصاده إلى الصفر المئوى مع المحافظة على سلسلة التبريد على تلك الدرجة لحين تسويقه.

التخزين فى الجو المعدل والجو المتحكم فى مكوناته

يمكن حفظ المشروم المعبأ فى أكياس من البوليثيلين بحالة جيدة لمدة ٥ أسابيع على حرارة الصفر المئوى، ولمدة ٤ أسابيع على ٥ْم، ولمدة أسبوعين على ١٥ْم (عن Bahl ١٩٩٤).

وقد كانت تعبئة المشروم المحارى *P. ostreatus* فى أغشية البوليثيلين المنخفضة الكثافة ضرورية لخفض الفقد الرطوبى والمحافظة على الجودة عندما كان التخزين على

٥ أو ١٠°م لمدة ٩ أيـام. وقـد ازداد الفقـد الرطوبـى والتلـون البنـى الخـارجى للأجسـام الثمرية مع زيادة مدة التخزين. وأدت التعبئة فى البوليثيلين إلى انخفاض محتـوى هـواء العبوات من الأكسجين وزيادته فى ثانى أكسيد الكربون، وكان لذلك تأثيرًا إيجابيًّا على مظهر الثمار المخزنة (Martinez-Soto وآخرون ١٩٩٨).

ويستدل من الدراسات التى خزن فيها المشروم العادى على حرارة ١٧، و ٢٥°م وهو معبأ فى أغشية مثقبة أو غير مثقبة أن الهواء الداخلى للعبوات غير المثقبـة كـان الأعلـى محتوى فى ثـانى أكسـيد الكربـون (٦–٧٪) والأقـل محتـوى فـى الأكسـجين (٠,٠١٣–٠,١٧٪)، وأن المشروم المعبأ فيها كان الأفضل فى صفات الجودة (القوام، ومرحلة تطـور الثمار، والخلو من الأعفان)، وكانت أعداد بكتيريا الـ *Pseudomonas* spp. تقـل فيـها بحوالى وحدة لوغاريتم واحدة/جم من أنسجة المشروم، مقارنة بـالوضع عنـد التعبئـة فـى الأغشية المثقبة التـى كـانت أعلـى فـى محتواهـا الداخلـى مـن الأكسـجين (González-Fandos وآخرون ٢٠٠٠).

إن تركيزات ثانى أكسيد الكربون التى تزيد عن التركيز العادى (الأعلى مـن ٠,٠٣٪) تحفز نمو ساق المشروم، ولكنها تثبط بارتفـاع تركـيز الغـاز إلى أكـثر مـن ١٠٪. أمـا نمـو المظلة فإنه يثبط بزيادة تركيز الغاز عن ٥٪.

وبالمقارنة .. يزداد نمو الساق والمظلة عنـد انخفـاض تركـيز الأكسـجين إلى نحـو ٢–١٠٪، وحتى فى التركيزات الأقل من الغاز فإنها تكون كافية لحدوث نمـو طبيعـى فـى كل من الساق والمظلة، بما فى ذلك تطور الخياشيم وتكون الجراثيم. ولا يتوقف النمو إلاَّ بانخفاض تركيز الأكسجين إلى أقل من ١٪ (عن Nichols ١٩٨٥).

وعندما تراوح تركيز الأكسجين بين ١٠٪، و ٢٠٪ كـان أفضـل تركـيز لثـانى أكسـيد الكربون فى حرارة ٣°م حوالى ٥٠٪. وعند تركيز ٠,١٪ أكسجين كان أفضل تركـيز لغـاز ثانى أكسيد الكربون حوالى ٥٪ (عن Lougheed ١٩٨٧).

كما وجد أن أفضل جـو متحكـم فيـه لتخزيـن المشـروم مـع المحافظـة علـى نوعيتـه الجيدة هو الذى يحتوى على ٨٪ أكسجين، و ١٠٪ ثانى أكسيد الكربـون؛ حيـث أدى إلى منع تفتـح القلنسـوة ومنـع التلـون البنـى الداخلـى، ولكنـه أحـدث اصفـرارًا بسـطح

القلنسوة. وقد أمكن منع هذا التغير اللونى بالتخزين على الصفر المئوى (Zheng & Xi ١٩٩٤).

وقد دُرس تأثير تخزين المشروم العادى فى جو يحتوى على أكسجين بتركيز ١,٦، أو ٤,٥، أو ٢٠,٧٪، وثانى أكسيد كربون بتركيز ٠,٣٢، أو ١١,٥٪ لمدة وصلت إلى ٩ أيام على حرارة ١٨°م ورطوبة نسبية ٩٨٪، ووجد أن زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون أدت إلى زيادة التلون البنى، ونشاط إنزيم البروتييز protease، وتركيز المركبات الفينولية، ونقص نشاط إنزيم التيروزينيز tyrosinase، بينما لم يكن لتركيز الأكسجين تأثيرًا يذكر على تلك القياسات. وقد كان نشاط إنزيم البروتييز أهم الدلائل البيوكيميائية للتلون البنى (Leeuwen وآخرون ١٩٩٨).

ويوصى Saltveit (١٩٩٧) بتخزين المشروم على الصفر المئوى (بمدى من صفر إلى ٥°م) فى ٣-٢١٪ أكسجين، و ٥-١٥٪ ثانى أكسيد الكربون.

ويؤدى قطع سلسلة التبريد - بتعريض المشروم المخزن على ٤°م لحرارة ٢٠°م كل يومين بالتبادل - حتى ولو حدث ذلك مرة واحدة - إلى الحد كثيرًا من أية فائدة يمكن أن تجنى من التعبئة فى جو معدل (٥٪ أكسجين + ١٠٪ ثانى أكسيد كربون)، حيث يظهر تلون بنى شديد، وتقل الصلابة، ويزداد مستوى الإيثانول فى الأنسجة، مقارنة بالتخزين فى حرارة ثابتة على ٤°م (Tano وآخرون ١٩٩٩).

هذا .. ولم تلاحظ أى اختلافات بين الكمأة *Tuber aestivum* المخزنة على الصفر أو ٥°م لمدة ٤٠ يومًا، بينما تحللت تلك التى خزنت على ١٠°م وأنتجت كميات كبيرة من الإثيلين، والإيثان، وثانى أكسيد الكربون. وعندما خزنت الكمأة إما فى أكسجين منخفض (١٪)، أو فى ثانى أكسيد كربون عال (٦٠٪) على ٥°م أو ١٠°م .. كان تركيز الأكسجين العالى أكثر قابلية فى خفض إنتاج الإثيلين عن تركيز الأكسجين المنخفض. كذلك قل الفقد فى الوزن فى التركيز العالى لثانى أكسيد الكربون، واحتفظت الثمار بصلابتها، وصمغيتها gumminess، وقوامها عند المضغ chewiness، حيث كانت مثل الثمار الطازجة. وبذا .. يوصى بتخزين الكمأة فى تركيز عالٍ من ثانى أكسيد الكربون (٦٠٪) على ٥°م (Mencarelli وآخرون ١٩٩٧).

التغيرات الفسيولوجية التالية للحصاد

الفقد الرطوبى

يتكون المشروم عند حصاده – أيًا كانت مرحلة النمو التى يقطف عندها – من كتلة من الهيفات الخيطية الدقيقة للفطر التى تلتحم معًا لتكون الجسم الثمرى، وهذه الكتلة – كأى كائن حىّ آخر – تنمو وتتنفس إلى أن تصل إلى مرحلة الشيخوخة، وتؤثر سرعة تلك العمليات الحيوية على جودة المشروم بعد الحصاد (عن Nichols ١٩٨٥). وبينما تؤدى الحرارة العالية وبطء عمليات التداول إلى ذبول الجسم الثمرى واكتسابه لونًا بنيًا .. فإن الرطوبة النسبية العالية جدًا مع الحرارة العالية تؤديان إلى استطالة ساق الجسم الثمرى بصورة غير مرغوب فيها، مع انزلاق أسطحه (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

ومن أهم أسباب تدهور المشروم بعد الحصاد فقده للرطوبة وتفتح أغشيته، ومرد ذلك إلى أن المشروم لا يحتوى على أى تراكيب تحميه من فقده لمحتواه الرطوبى (مثل طبقة الأدمة cuticle فى النباتات الراقية). ويستدل من الدراسات التى أجريت على الفقد الرطوبى أن الماء يفقد من المشروم بنفس معدل تبخره من أى سطح مائى. ويترتب على ذلك الفقد الرطوبى بعد الحصاد ذبول المظلة والساق، وتجعدهما، وتجلدهما، وانكماشهما (عن Nichols ١٩٨٥).

التغيرات الكيميائية

عندما خزن عيش الغراب العادى على ١٢°م لمدة ١٢ يومًا، ودرست التغيرات فى محتواه الكيميائى أثناء تلك الفترة .. وجد ما يلى:

١ – انخفض تركيز السكريات الكلية، والمانيتول، والفراكتوز بانتظام.

٢ – استمر تركيز السكريات المختزلة الأخرى غير الفراكتوز ثابتًا.

٣ – ازداد تركيز المختوى الكلى للأحماض الأمينية من ٧٧,٩٢ جم/كجم عند بداية التخزين إلى ١٤٠,٥٧ جم/كجم فى اليوم السادس من التخزين، ثم ازداد قليلاً حتى ١٥١,٦٥ جم/كجم فى اليوم الثانى عشر.

٤ – ازداد محتوى المشروم من تسعة أحماض أمينية بانتظام أثناء التخزين، وكان أبرزها حامض الجلوتامك.

٥ – ازداد تركيز المركبات الشبيهة بجلوتامات أحادى الصوديوم monosodium glutamate like compounds من ٢٢,٦٧ جم/كجم فى اليوم الأول من التخزين إلى ٤٧,١٢ جم/كجم فى اليوم الثانى عشر.

٦ – كذلك ازداد تركيز المركبات الحلوة والمرة – على التوالى – من ٢٤,٠٨، و ٢٤,١٧ جم/كجم فى اليوم الأول إلى ٤٧,١٥، و ٥٠,٧٥ جم/كجم فى اليوم الثانى عشر (Tseng & Mau ١٩٩٩).

وتتأثر التفاعلات الحيوية التى تؤدى إلى التغيرات غير المرغوب فيها بعد الحصاد بدرجة الحرارة؛ حيث تتضاعف سرعة تلك التفاعلات بكل زيادة مقدارها ١٠°م فوق الصفر. وبينما تتوقف تلك التفاعلات عند درجة التجمد (–٠,٩ إلى –١,٢°م)، فإن تحول الماء من الحالة السائلة إلى ثلج يتلف الخلايا؛ مما يسرع كثيرًا من معدل التفاعلات الإنزيمية المؤدية إلى التغيرات اللونية بعد تفكك الأنسجة.

الإصابة بالأعفان

تؤدى أى تقلبات فى درجة الحرارة فى مخازن المشروم إلى تكثف بخار الماء عليه؛ مما يؤدى إلى سرعة نمو الأعفان. وتزداد الحالة سوءًا عندما لا تتوفر وسيلة للتخلص من الماء المتكثف بسبب التغليف. ويظهر التكثف المائى بوضوح عند نقل المنتج المبرد إلى حجرة دافئة رطبة، حيث يؤدى – فى وجود البكتيريا *Pseudomonas tolaasii* المسببة لمرض اللطخة البكتيرية – إلى سرعة حدوث الإصابة المرضية وانتشارها (عن Nichols ١٩٨٥).

التلون البنى

يحدث التلون البنى browning فى المشروم العادى نتيجة لسوء التداول، وشيخوخة الأجسام الثمرية، والإصابات البكتيرية، وخاصة بالبكتيريا *Pseudomonas talaasii*. ويكون التلون البنى مصحوبًا بتحول الفينولات الميلانوجينية melanogenic phenols إنزيميًا إلى كينونات quinones، التى تتحول بدورها إلى ميلانينات Melanins (عن Jolivet وآخرون ١٩٩٨).

وقد أوضحت الدراسات التى أجريت على سلالتين من المشروم العادى تختلفان فى شدة قابليتهما للإصابة بالتلون البنى بعد الحصاد أن محتواهما الفينولى كان هو العامل المحدد الرئيسى فى عملية التلون البنى التى ازدادت شدتها بزيادة المحتوى الفينولى (Jolivet وآخرون ١٩٩٥).

ووجد أن تعريض ثمار عيش الغراب العادى لمعاملة "خدش" لمدة ١٠ ثوان تعادل فى تأثيرها على التغير اللونى التخزين لمدة ٧ أيام على ٥°م، أو يومين على ١٨°م. وقد كانت ثمار القطفة الثانية أقل تلونًا وأقل اصفرارًا عن ثمار القطفتين الأولى والثانية (Burton & Noble ١٩٩٣).

ولمزيد من التفاصيل عند تداول وتخزين المشروم .. يراجع Nichols (١٩٨٥).

تخزين سباون المشروم

أمكن تخزين "أمبولات" من مزارع المشروم *A. bisporus* (على بيئة من حبوب القمح أضيف إليها ملليلتر واحد من ١٠٪ جليسرول فى الماء المقطر) فى النيتروجين السائل على حرارة -١٩٦ إلى -١٦٠°م لمدة سنة كاملة دون أن يؤثر ذلك جوهريًّا على المحصول الناتج من الزراعة بتلك المزارع (السباون) المخزنة مقارنة بالزراعة باستعمال سباون طازج من سلالة المشروم ذاتها، كما لم تؤثر ظروف التخزين تلك على أى من صفات المشروم: وزن الجسم الثمرى، وطول الساق، وقطر المظلة (Suman & Jandaik ١٩٩١).

الفصل السابع عاشر

أمراض وآفات المشروم ومكافحتها

يصاب عيش الغراب بعديد من الأمراض الفطرية، والبكتيرية، والفيروسية، والآفات النيماتودية، والحشرية، والأكاروسية. وما أن تبدأ أى إصابة مرضية فى مزارع المشروم إلاّ تنتشر فيها سريعًا مع حركة الهواء، ورذاذ الماء، والآليات، والقائمين بالعمل.

وللتقليل من شدة الإصابة بتلك الأمراض والآفات .. تلزم مراعاة ما يلى:

١ – بسترة الكمومبوست بصورة جيدة.

٢ – تعقيم التربة، والبيتموس المستخدمين فى التغطية، وتعقيم الصوانى وجميع الأدوات المستعملة بالفورمالين ٢٪.

٣ – تركيب مرشحات مانعة لدخول الأتربة، وجراثيم الفطريات على منافذ التهوية.

٤ – إغلاق الأبواب بإحكام، وتجنب كثرة الانتقال من حجرات الإنتاج وإليها.

٥ – تنظيف مداخل وممرات حجرة الإنتاج يوميًا بمحلول فورمالين ٤٦ بتركيز ٢٪، أو محلول فورمالين ٨٤ بتركيز ١٪.

٦ – رش المنطقة المحيطة بغرفة الإنتاج ضد الحشرات والفئران، ورش الممرات والمنطقة المحيطة بالمراقد بالملاثيون، وذلك كلما ظهر أى نشاط حشرى.

٧ – يراعى نظافة الأيدى والملابس عند إجراء كافة العمليات الزراعية.

٨ – يفضل استعمال الأصناف المقاومة للأمراض الفيروسية، مثل صنف المشروم العادى بيتوركويس Bitorquis.

وتتناول فى هذا الفصل بعض أمراض وآفات المشروم وطرق مكافحتها بشئ من الاختصار، ولمزيد من التفاصيل .. يراجع Atkey (١٩٨٥) بخصوص الأمراض الفيروسية، و Gandy (١٩٨٥) بخصوص الأمراض الفطرية والبكتيرية، و White (١٩٨٥) بخصوص الآفات الحشرية، والأكاروسية، والنيماتودية.

الأمراض الفطرية

العفن الطرى

يسبب مرض العفن الطرى soft mildew الفطر *Dactylium dendroides*.

تظهر الأعراض على صورة عفن سطحى أبيض ينمو على سطح غطاء التربة، يتحول بعد فترة إلى اللون الوردى، ويهاجم هذا الفطر المشروم الذى يبدو بعد الإصابة به وكأنه كتلة قطنية بيضاء اللون، ولكنه يكون متعفنًا داخليًا بالكامل.

وأهم مصادر الإصابة هى: التربة، والهواء، والأسطح الرطبة، والرطوبة العالية، وبقايا المشروم التى تترك فى أوعية الحصاد.

يقاوم المرض بالتهوية الجيدة، ومعالجة البقع المصابة – منفردة – بالزينب (دياثين ز ٧٨)، أو بالـ PCNB (بنتاكلورو نيترو بنزين)، فضلاً عن تطهير حجرات الإنتاج بالفورمالين قبل بدء دورة الإنتاج.

العفن البنى

يسبب مرض العفن البنى brown plaster mould الفطر *Papulospora byssina*.

تظهر الأعراض فى البداية على صورة عفن أبيض على سطح غطاء التربة يتحول بعد ذلك إلى البنى. ينتشر الفطر بسرعة كبيرة فى مزارع المشروم محدثًا بها خسائر كبيرة.

يتواجد الفطر ابتداء فى الكومبوست، ويحفز الإصابة السريعة ظروف الرطوبة العالية فى الكومبوست، والحرارة العالية (٢٨–٣٢°م) خلال فترة نمو ميسيليوم المشروم، وارتفاع الحرارة عن ١٨°م أثناء دورات الأنتاج.

يكافح المرض بالاهتمام بتحضير الكومبوست، والرى المناسب، والتحكم فى درجة الحرارة، مع الرش بالفورمالين بتركيز ٢٪.

العفن الأبيض

يسبب مرض العفن الأبيض white plaster mould الفطر *Scopulariopsis fumicola*.

يتشابه المرض فى أعراضه مع أعراض مرض العفن البنى باستثناء أن العفن يبقى بلون أبيض قبل اكتسابه – بعد فترة – لونًا ورديًا باهتًا.

يتواجد الفطر فى الكومبوست، وتزداد الإصابة به عند زيادة الرطوبة كثيرًا.

ويكافح المرض بالعناية بتحضير الكومبوست، وعدم زيادة الرى عما ينبغى.

القبعة الحبرية السوداء

يسبب مرض القبعة الحبرية السوداء inky cap الفطرين *Coprinus lagopus*، و *C. comatus*.

تظهر الإصابة على صورة سيقان طويلة رفيعة للأجسام الثمرية وقبعات رقيقة تتحلل إلى سائل أسود كالحبر. ويدل ظهور الفطر على وجود الأمونيا بالكومبوست.

وللمكافحة يجب التأكد من خلو الكومبوست من الأمونيا عند إنتاج المشروم. وإذا كان تواجد الأجسام الثمرية للـ *Coprinus* spp. كثيفًا فى المراقد الملقحة بالسباون .. تجب إعادة بسترة الكومبوست على ٦٠°م لمدة ساعتين، ثم إعادة تلقيحه بالسباون.

العفن الأخضر الزيتونى

يسبب مرض العفن الأخضر الزيتونى olive green mould الفطر *Chaetomium olivacearum*.

يتواجد الفطر المسبب للمرض فى الكومبوست والمزارع قبل إضافة غطاء التربة. ويكون العفن فى بداية الأمر أبيض اللون، ثم يتحول إلى اللون الأخضر الزيتونى.

تزداد الإصابة فى الكومبوست غير المجهز جيدًا، وعند رداءة التهوية، وزيادة الرى. ويكافح المرض بالتهوية الجيدة، ومراعاة عدم ارتفاع درجة الحرارة عن ٦٠°م أثناء البسترة. كما يمكن وقف المرض برش المراقد بالثيرام والكابتان بتركيز ٠,٢٪، أو بالبنليت بتركيز ٠,٠٥٪.

العفن الأخضر

يسبب مرض العفن الأخضر green mould الفطر *Trichoderma viride*، الذى يظهر كنموات خضراء فى المراقد التى أضيف لها غطاء التربة. وهو يؤثر على النمو الميسيليومى

لعيش الغراب فى الكومبوست. يعيش الفطر على المادة العضوية المتحللة وعلى أنسجة المشروم الميتة ومن أهم الظروف المساعدة على ظهور هذا الفطر عدم بسترة الكومبوست بصورة جيدة، والرطوبة النسبية العالية فى غرف الإنتاج. وتنتقل جراثيم الفطر بواسطة الهواء، والماء، وعن طريق العاملين.

ويكافح الفطر برش المراقد بالبنليت بتركيز ٠,٠٥٪.

مرض الكمأة

يسبب مرض الكمأة truffle disease الفطر *Pseudobalsamia microspora*.

يزداد انتشار المرض خلال فصل الصيف. تظهر الأجسام الثمرية للفطر فى مراقد المشروم على صورة طبقة كريمية مجعدة على سطح المرقد وعلى قمة طبقة غطاء التربة، تتحول فيما بعد إلى اللون البنى المحمر وتنطلق منها الجراثيم.

يزداد انتشار المرض فى ظروف التهوية السيئة، والرطوبة النسبية العالية. ولمكافحته تجب مراعاة عدم ارتفاع الحرارة أثناء نمو الميسيليوم ودورات الحصاد عن ١٨°م، مع الاهتمام بالتهوية وخفض الرطوبة النسبية.

مرض الفقاعات

يسبب مرض الفقاعات bubble disease الفطر *Mycogone perniciosa*.

عندما يهاجم هذا الفطر عيش الغراب فإنه يغطى الأجسام الثمرية للمشروم بغطاء أبيض سميك. وفى بداية الإصابة تكون ساق المشروم متضخمة وقبعته صغيرة. وتؤدى الإصابة إلى نقص المحصول. قد يكون غطاء التربة هو مصدر الإصابة، كما قد تأتى الإصابة من الكومبوست غير المبستر جيدًا، وهى تشتد فى الرطوبة النسبية العالية والحرارة التى تزيد عن ١٧°م.

ويكافح المرض بتعقيم المراقد بالفورمالين بتركيز ٢٪، ورش الأجزاء المصابة بالزينب ٠,٢٪ والبنليت ٠,٠٥٪، كما يمكن خلط البنليت مع طبقة غطاء التربة.

مرض الفقاعات الجافة أو البقع البنية

يسبب مرض الفقاعات البنية الجافة dry buble أو البقع البنية brown spot الفطران *verticillium malthousei*، و *V. psallistae*.

تظهر أعراض الإصابة على صورة بقع بنية اللون على المظلة، تتجمع معًا إلى أن تغطى معظم سطحها، كما يتشوه شكل المظلة، وتنكمش، وتصبح الأجسام الثمرية جلدية. وأهم مصادر الإصابة غطاء التربة.

ويكافح المرض بتجنب ارتفاع درجة الحرارة، وبالتهوية الجيدة، والرش بالدياثين ز ٧٨ (الزينب) بتركيز ٠,٢٪ بعد إضافة غطاء التربة، وعند تكوّن الرؤوس الدبوسية، وبعد القطفتين الأولى والثانية (عن Bahl ١٩٩٤).

الأمراض البكتيرية

النقر البكتيرية

يسبب المرض النقر البكتيرية أحد أنواع الجنس *Pseudomonas*.

يظهر المرض على ثمار عيش الغراب العادى على صورة نقر داكنة على القبعات يكون بعضها عميقًا، وتغطى بطبقة لامعة، مما يفقدها قيمتها التسويقية. ويزداد ظهور هذا المرض فى القطفات الأخيرة.

اللطعة البكتيرية

يسبب مرض اللطعة البكتيرية bacterial blotch نوعان من البكتيريا، هما: *Pseudomonas gingeri*، و *P. tolasii*، ويشتد المرض فى كل من عيش الغراب العادى والمحارى.

تبدأ الأعراض بتلون قبعة الثمرة بلون بنى باهت، يزداد دكنة بصورة تدريجية، مع تعمق النسيج المتلون لنحو ٢–٣ مم تحت البشرة. وقد تظهر الإصابة على صورة بقع متباعدة، وقد تغطى كل سطح الثمرة.

تزداد الإصابة عند تباين درجتى حرارة الليل والنهار، حيث تتكثف قطرات الماء على القبعات؛ مما يهيئ بيئة مثالية للإصابة.

وتنتقل البكتيريا المسببة للمرض داخل حجرة الإنتاج بواسطة الحشرات الصغيرة الطائرة التى تكثر أحيانًا فى مزارع عيش الغراب، وبواسطة العمال، كما تنتقل الإصابة داخل المرقد الواحد بواسطة النيماتودا التى قد تتواجد فى الكومبوست (عن أحمد ١٩٩٥ب).

وتستخدم فى المكافحة البيولوجية لمرض اللطعة البكتيرية تحضير تجارى يعرف باسم Victus يحتوى على سلالة منافسة من *P. fluorescens*. وقد أظهرت التحليلات الكمية لنتائج استخدام هذا التحضير على نطاق تجارى واسع شدة فاعليته فى مكافحة المرض، حيث أدى إلى زيادة المحصول الكلى ومحصول الدرجة الأولى (Miller & Spear ١٩٩٥).

المومياء

يظهر مرض المومياء mummy disease على صورة جفاف بالثمار وتشوهها، مع سهولة انفصال الساق عن المظلة، وظهور لون كريمى على الجسم الثمرى الذى يصبح أقل صلابة قبل أن يجف.

تنتقل البكتيريا المسببة للمرض عن طريق التربة المستعملة فى التغطية؛ لذا .. يجب تعقيمها جيدًا. تروى المراقد فى حالة ظهور الإصابة بمحلول أجرومايسين، بتركيز ٠,٧٥٪ (بدلاً من الماء) لمدة ثلاثة أيام متتالية.

العفن الطرى البكتيرى

تسبب البكتيريا *Erwinia carotovora subsp. carotovora* مرض العفن الطرى البكتيرى bacterial soft rot فى المشروم (Okamoto وآخرون ١٩٩٩).

البقع البنية

أمكن مكافحة البكتيريا *Pseudomonas stutzeri* المسببة لمرض البقع البنية فى المشروم *Pleurotus sajor-caju* بالرش بالاستربتوسيكلين streptocycline بتركيز ١٠٠ ميكروجرام/مل (١٠٠ جزء فى المليون)، علمًا بأن نمو المشروم ذاته على قش الأرز لم

يتأثر بتلك المعاملة، فى الوقت الذى اختفى فيه المرض على الرغم من تلويث القش المستعمل فى الزراعة بالبكتيريا المرضة (Earanna & Shetty ١٩٩٦).

وتكافح الأمراض البكتيرية للمشروم – بصورة عامة – بتجنب الإسراف فى ترطيب الثمار، مع استخدام مياه نظيفة جيدة المصدر، كما يمكن تطهير المياه المستعملة بالكلور بتركيز ١٥٠ جزءًا فى المليون.

الأمراض الفيروسية

من الأمراض الفيروسية الهامة التى تصيب المشروم، ما يلى:

Brown Disease
La France
X Disease
Watery Stipe
Dieback

النيماتودا

تعد النيماتودا من أخطر آفات المشروم، وهى إما رمحية، وإما عديمة الرمح.

ومن أهم الأنواع النيماتودا الرمحية، ما يلى:

Ditylenchus myceliopagus

Aphelenchoides composticola

تتغذى النيماتودا الرمحية على الغزل الفطرى لعيش الغراب؛ مما يؤدى إلى ضعفه وموته، فضلاً عن أن الجروح التى تخلفها وراءها النيماتودا تعد مدخلاً للإصابات البكتيرية، كما تساعد حركة النيماتودا وتغذيتها على انتشار الأمراض البكتيرية والفيروسية.

أما النيماتودا عديمة الرمح فإنها تتميز بوجود خطاطيف hooks فى فمها، وهى تعيش رمية حيث تتغذى على المادة العضوية ذاتها؛ وبذا .. تسبب أضرارًا غير مباشرة لعيش الغراب.

ومن علامات الإصابة بالنيماتودا عديمة الرمح تبعثر النمو الفطرى لعيش الغراب، وظهور رائحة تشبه رائحة السمك، وظهور أعفان فطرية فى الأماكن التى تخلو من نمو

فطر عيش الغراب. وإذا ظهرت بعض ثمار عيش الغـراب فإنـها تكـون صغـيرة وضعيفـة النمو نتيجة لعدم اعتمادها فى التكوين على غزل فطرى قوى ومتشعب.

وتكافح النيماتودا ببسترة الكومبوست بشكل جيد، ويكفى لذلك حرارة ٦٠-٧٥°م لمدة ٦ ساعات (عن أحمد ١٩٩٥ب).

الحشرات

ذباب الروث

يعد ذباب الروث dung files من أهم أنواع الحشرات التى تنتشر فى مزارع عيش الغراب، ومن أمثلته النوعان: *Megasella agarici*، و *Megasella nigra*.

تتواجد يرقات تلك الحشرات فى المواد العضوية المستخدمة، ويستمر تواجدها فى الكومبوست إن لم تجر البسترة بصورة سليمة. يتراوح طول تلك اليرقات بين ٣،و ٤ مم، وهى ذات لون أبيض ضارب إلى الصفرة؛ بينما يتراوح طول الحشرة الكاملة بين ٢، و ٥ ملليمترات.

الهاموش

من أهم أنواع الهاموش الذى ينتشر فى مزارع عيش الغراب النوعان: *Mycophila barnes*، و *Mycophila spegeri*. يتراوح طول اليرقات بين ٢، و ٣ ملليمترات، وهى ذات جسم شفاف.

تنجذب حشرات الذباب والهاموش إلى المادة العضوية التى تستخدم فى عمل الكومبوست، حيث تضع بيضها عليها؛ ليفقس إلى يرقات تحفر لها أنفاقًا فى ثمار عيش الغراب، وتتغذى على هيفاته بشراهة. وتكثر الإصابة فى الجو الدافئ.

وإلى جانب الضوء المباشر ليرقات الذباب والهاموش فإنه يعمل أثناء تجواله فى غرف الإنتاج على سرعة انتشار جراثيم الفطريات والبكتيريا المرضة.

ويكافح الذباب والهاموش بمراعاة ما يلى:

١ - سرعة التخلص من مخلفات عيش الغراب بعد الحصاد.

٢ – تطهير أرضية مزارع الإنتاج جيدًا.

٣ – إحكام إغلاق جميع منافذ المزرعة.

٤ – البسترة الجيدة للمادة العضوية المستخدمة فى عمل الكومبوست (عن أحمد ١٩٩٥ب).

٥ – أمكن مكافحة ذبابة المشروم *Lycoriella auripila* بالمعاملة بالنيماتودا المرضة لها *Steinernema feltiae* التى تفوقت فى مكافحتها للذبابة على المبيد diflubenzuron، الذى أثر سلبيًا على محصول الثمار بنسبة ١٠–١٣٪، علمًا بأن أسوأ تأثير للمبيد كان على محصول القطفة الأولى. وعلى الرغم من زيادة تكلفة المقاومة باستعمال النيماتودا عن المقاومة بالمبيد، إلاّ أن استعمال النيماتودا كان أكثر ربحية عندما أُخذ فى الاعتبار النقص فى المحصول الذى أحدثته المعاملة بالمبيد (Scheepmaker وآخرون ١٩٩٨أ). وبينما حققت النيماتودا مكافحة تامة للذبابة *L. auripila*، فإنها لم تحقق سوى مكافحة جزئية (بحد أقصى ٧٣٪) للذبابة *Megaselia halterata*، ومع استعمال مستويات عالية من النيماتودا إلى درجة غير عملية (Scheepmaker وآخرون ١٩٩٨ب).

الآفات الحيوانية

الحلم

يعد الحلم من أهم آفات عيش الغراب التى تنجذب إليه فى كل مراحل نموه. وعلى خلاف الحشرات .. فإن بيض الحلم يفقس إلى حوريات ذات ثلاثة أزواج من الأرجل، تنمو إلى أفراد كاملة ذات أربعة أزواج من الأرجل.

ويصاب المشروم بعدة أنواع من الحلم، لعل من أهمها ما يلى:

Tyrophagus dimidatus

Caloglyphus mycophagus

يتغذى الحلم على هيفات فطر عيش الغراب، ويحدث نقرًا صغيرة فى الثمار، يمكن رؤيتها باستعمال عدسة مكبرة، كما يستدل على وجودها بشعور القائمين بالعمل فى المزرعة بحكه فى الجلد بعد انتقال أفراد الحلم إلى أياديهم.

ويكـافح الحلـم بمراعـاة قواعـد النظافـة التامـة كمـا تكـافح الحشـرات (عـن أحمـــد ١٩٩٥ب).

آفات حيوانية أخرى

من الآفات الحيوانية الأخرى التى تصيب المشروم، ما يلى:

١ – البزاقة slug.

٢ – القواقع snails.

٣ – القوارض.

مصادر الكتاب

أحمد، محمد على (١٩٩٥ أ). عيش الغراب البرى والكمأة (الترفاس). الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة – ٤٠٧ صفحة.

أحمد، محمد على (١٩٩٥ ب). زراعة عيش الغراب. الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة – ٢٤٨ صفحة.

أحمد، محمد على (١٩٩٥ جـ). طهى عيش الغراب وفوائده الغذائية والطبية. الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة – ٣٥٤ صفحة.

بوراس، متيادى (١٩٨٥). خضار خاص: الزراعة المحمية – الجزء النظرى. جامعة دمشق – دمشق – ٢٣٢ صفحة.

حسن، أحمد عبدالمنعم (١٩٩٨). تكنولوجيا إنتاج الخضر. المكتبة الأكاديمية – القاهرة – ٧٢٥ صفحة.

العروسى، حسين، وعماد الدين وصفى (١٩٨٧). المملكة النباتية. دار المطبوعات الجديدة – الإسكندرية – ٣٣٦ صفحة.

مدبولى، فوزى حنفى (١٩٩١). عيش الغراب (الشامبنيون): غذاء الصحة والجمال. معهد تكنولوجيا الأغذية – مركز البحوث الزراعية – جمهورية مصر العربية – ٥٥ صفحة.

مدبولى، فوزى حنفى، ومحمد أحمد الحسينى (١٩٩١). عيش الغراب: غذاء – دواء – استثمار. مكتبة ابن سينا – القاهرة – ٢٠٨ صفحات.

Agamalian, H. S. 1996. Evaluation of norflurazon for the control of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) in established asparagus. Acta Horticulturae No. 415: 285-288.

Aharoni, Y., A. Copel, M. Gil, and E. Fallik. 1996. Polyolefin stretch films maintain the quality of sweet corn during storage and shelf-life. Postharvest Biology and Technology 7(1/2): 171-176.

Ajlouni, S. O., R. B. Beelman, D. B. Thompson, and J. L. Mau. 1992. Stipe

trimming at harvest increases shelf life of fresh mushrooms (*Agaricus bisporus*). J. Food Sci. 57(6): 1361-1363, 1374.

Allem, A. C. 1990. The closest wild relatives of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Euphytica 107: 123-133.

Amaro López, M. A., G. Zurera Cosano, R. Moreno Rojas, and R. M. Garcia-Gimeno. 1996. Mineral content modifications during ripening asparagus (*Asparagus officinalis* L.). Plant Foods for Human Nutrition 49(1): 13-26.

Amaro-López, M. A., G. Zurera-Cosano, and R. Moreno-Rojas. 1999. Nutritional evaluation of mineral content changes in fresh green asparagus as a function of the spear portions. Journal of the Science of Food and Agriculture 79(6): 900-906.

Aneja, M., T. J. Gianfagna, S. A. Garrison, and E. F. Durner. 1999. Rapid sex-typing of asparagus for male hybrid seed production using n-Propyl N-(3,4-dichlorophenyl) carbamate (NPC). HortScience 34(6): 1090-1094.

Aracena, J. J., S. A. Sargent, J. K. Brecht, and C. A. Campbell. 1993. Environmental factors affecting vascular streaking, a postharvest physiological disorder of cassava root (*Manihot esculenta* Crantz). Acta Horticulturae No. 343: 297-299.

Arriola, L. L., M. K. Hausbeck, J. Rogers, and G. R. Safir. 2000. The effect of *Trichoderma harzianum* and arbuscular mycorrhizae on fusarium root rot in asparagus. HortTechnology 10(1): 141-144.

Arthey, V. D. 1975. Quality of horticultural products. Butterworths, London. 228 p.

Asgrow Seed Company. 1977. Seed for today: descriptive catalog of vegetable varieties No. 22. 152 p.

Atkey, P. T. 1985. Viruses, pp. 241-260. In: P. B. Flegg, D. M. Spencer, and D. A. Wood (eds.). The biology and technology of the cultivated mushroom. John Wiley & Sons, Cichester, UK.

Bahl, N. 1994. Handbook on mushrooms (3rd ed.). Oxford & Ibh Pub. Co. Pvt. Ltd., New Delhi. 157 p.

Bai, Y. and J. F. Kelly. 1999. A study of photosynthetic activities of eight asparagus genotypes under field conditions. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124(1): 61-66.

Baxter, L. and L, Walters, Jr. 1986. Effect of a hydrophyllic polymer seed coating on the imbibition, respiration, and germination of sweet corn of four matric potentials. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111: 517-520.

Beelman, R. B. and S. Simons. 2000. Addition of calcium chloride to irrigation water increases calcium content and improves quality of *Agaricus* mushrooms independent of inherent calcium content, pp. 491-497. In: L. J. L. D. van Griensven (ed.). Science and cultivation of edible fungi. Proceedings of the 15th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi. A. A. Balkema, Rotterdam, Netherlands.

Beelman, R. B., S. S. Simons, and M. B. Milkus. 1995. Relationship between copper accumulation and yield of fresh mushrooms, pp. 765-770. In: T. J. Elliott (ed.). Mushroom science XIV, Volume 1. Proceedings of the 14th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi. A. A. Balkema, Rotterdam, Netherlands.

Bennett, M. A. and L. Walters, Jr. 1987. Germination and emergence of high-sugar sweet corn is improved by presowing hydration of seed. HortScience 22: 236-238.

Bennett, M. A. and L. Waters, Jr. 1987. Seed hydration treatments for improved sweet corn germination and stand establishment. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(1): 45-49.

Bernabé-González, T. and R. Garzón-Mayo. 1995. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* on sorghum straw and peanut hulls. (In Spanish with English summary). Revista Mexicana de Micologiá 11: 165-168. c. a. Hort. Abstr. 67(9): 7873; 1997.

Beyer, D. M. and R. B. Beelman. 1995. The effect of increasing the quantity of gypsum on mushroom yield and quality, pp. 353-360. In: T. J. Elliott (ed.). Mushroom science XIV, Volume 1. Proceedings of the 14th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi. A. A. Balkema, Rotterdam, Netherlands.

Bjorkman, T., L. M. Blanchard, and G. E. Harman. 1998. Growth enhancement of shrunken-2 (sh2) sweet corn by *Trichoderma*

harzianum 1295-22: Effect of environmental stress. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123(1): 35-40.

Blok, W. J. and G. J. Bollen. 1996. Inoculum sources of *Fusarium oxysporium* f. sp. *asparagi* in asparagus production. Annals of applied Biology 128(2): 219-231.

Blok, W. J., M. J. Zwankhuizen, and G. J. Bollen. 1997. Biological control of *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* by applying non-pathogenic isolates of *F. oxysporum*. Biocontrol Science and Technology 7(4): 527-541.

Braaksma, A. and D. J. Schaap. 1996. Protein analysis of the common mushroom *Agaricus bisporus*. Postharvest Biology and Technology 7(1/2): 119-127.

Braaksma. A., D. J. Schaap, and C. M. A. Schipper. 1999. Time of harvest determines the postharvest quality of the common mushroom *Agaricus bisporus*. Postharvest Biology and Technology 16(2): 195-198.

Brash, D. W., C. M. Charles, S. Wright, and B. L. Bycroft. 1995. Shelf-life of stored asparagus is strongly related to postharvest respiratory activity. Postharvest Biology and Technology 5(1/2): 77-81.

Bratsch, A. D. and H. J. Mack. 1999. Ethephon and mechanical topping influence growth, yield, and lodging of sweet corn. HortScience 25(3): 291-293.

Breheret, S., T. Talou, S. Rapior, and J. M. Bessière. 1997. Monoterpenes in the aromas of fresh wild mushrooms (Basidiomycetes). J. Agric. Food Chem. 45(3): 831-836.

Brimble, L. J. F., S. Williams, and G. Bond. 1953. Intermediate botany. The Macmillan Pr., Ltd, London. 505 p.

Brunson, A. M. 1937. Popcorn breeding, pp. 395-404. In: Yearbook of agriculture: Better plants and animals II. U. S. Dept. Agric., Washington, D. C.

Burrows, R. L., L. Waters, Jr., and A. H. Markhart, III. 1989. Cold acclimation of asparagus seedlings subjected to low temperatures or water stress. HortScience 24(5): 812-814.

Burton, K. S. and R. Noble. 1993. The influence of flush number, bruising and storage temperature on mushroom quality. Postharvest Biology and Technology 3(1): 39-47.

Buschmann, H., M. X. Rodriguez, J. Tohme, and J. R. Beeching. 2000a. Accumulation of hydroxycoumarins during post-harvest deterioration of tuberous roots of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Annals of Botany 86(6): 1153-1160.

Buschmann, H., K. Reilly, M. X. Rodriguez, J. Tohme, and J. R. Beeching. 2000b. Hydrogen peroxide and flavan-3-ols in storage roots of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) during postharvest deterioration. Journal of Agricultural and Food Chemistry 48(11): 5522-5529.

Bussell, W. T., P. G. Falloon, S. J. McCormick, and M. A. Nichols. 1996. Newly released Rutgers all male cultivars. Commercial Grower 51(6): 17-18. c. a. Hort. Abstr. 67(9): 7810; 1997.

Bycroft, B. L., D. W. Brash, and F. Bollen. 1996. Using insulation and cooling to improve the asparagus coolchain. Acta Horticulturae No. 415: 323-332.

Calatayud, P. A., E. Llovera, J. F. Bois, and T. Lamaze. 2000. Photosynthesis in drought-adapted cassava. Photosynthetica 38(1): 97-104.

Callan, N. W., D. E. Mathre, and J. B. Miller. 1991. Field performance of sweet corn seed bio-primed and coated with *Pseudomonas fluorescens* AB254. HortScience 26(9): 1163-1165.

Callan, N. W., J. B. Miller, D. E. Mathre, and S. K. Mohan. 1996. Soil moisture and temperature effects on shrunken 2 sweet corn seed decay and seedling blight caused by *Penicillium oxalicum*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(1): 83-90.

Carpenter, A., R. E. Lill, and W. Borst. 1996. Tiprot in asparagus is a physiological problem. Acta Horticulturae No. 415: 447-451.

Chang, S. T. and P. G. Miles. 1991. Recent trends in world production of cultivated edible mushrooms. Mushroom Journal No. 504: 15, 17-18.

Chang, S. M. and J. M. Sung. 1998. Deteriorative changes in primed sweet corn seed during storage. Seed Science and Technology 26(3): 613-626.

Chobot, V., L. Opletal, L. Jahodar, A. V. Patel, C. G. Dacke, and G. Blunden. 1997. Ergosta-4,6,8,22-tetraen-3-one from the edible fungus, *Pleurotus ostreatus* (oyster fungus). Phytochemistry 45(8): 1669-1671.

Chrispeels, M. J. and D. E. Sadava. 1994. Plants, genes, and agriculture. Jones and Bartlett Publishers, Boston. 478 p.

Cook, A. A. 1978. Diseases of tropical and suhtropical vegetables and other plants. Hafner Pr., A Division of Mocmillan Puh. Co., N. Y. 381 p.

Crockett, R. P. and R. K. Crookston. 1980. Tillering of sweet corn reduced by clipping of early leaves. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105: 565-567.

Dean, B. B. 1993. Yield and grade of asparagus harvested at three spear heigbts. HortScience 28(7): 750.

Dean, B. B. 1999. The effect of temperature on asparagus spear growth and correlation of heat units accumulated in the field with spear yield. Acta Horticulturae No. 479: 289-295.

Decoteau, D. R. 2000. Vegetable crops. Prentice Hall. Upper Saddle River, N. J. 464 p.

Dixon, G. R. 1981. Vegetable crop diseases. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut. 404 p.

Dogras, C. and A. Itskos. 1992. Seasonal changes of dry matter and carbohydrates in the storage roots of asparagus. Advances in Horticultural Science 6(2): 74-76.

Drost, D. T. 1997. Asparagus, pp. 621-649. In: H. C. Wien. (ed.). The physiology of vegetable crops. CAB International. Wallingford, UK.

Drost, D. T. 1999. Irrigation effects on asparagus root distribution. Acta Horticulturae No. 479: 283-288.

Drost, D. and D. Wilcox-Lee. 1997a. Soil water deficits and asparagus: I. Shoot, root, and bud growth during two seasons. Scientia Horticulturae 70(2/3): 131-143.

Drost, D. and D. Wilcox-Lee. 1997b. Soil water deficits and asparagus: II. Bud size and subsequent spear growth. Scientia Horticulturae 70(2/3): 145-153.

Dubey, S. C. 1999. Effect of different substrates and amendments on yield of *Pleurotus* species. J. Myc. Plant Path. 29(2): 209-213.

Dufault, R. J. 1995. Harvest pressures affect forced summer asparagus yield in coastal South Carolina. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(1): 14-20.

Dufault, R. J. 1999. Mother stalk culture does not improve plant survival or yield of spring and summer-forced asparagus in South Carolina. HortScience 34(2): 225-228.

Earanna, N. and K. S. Shetty. 1996. Control of 'brown spot' disease of oyster mushroom with streptocycline. Indian Journal of Microbiology 36(3): 179-180. c. a. Hort. Abstr. 67(7): 6065; 1997.

Edmond, J. B., T. L. Senn, F. S. Andrews, and R. G. Halfacre. 1975. Fundamentals of horticulture. (4th ed.). McGraw-Hill Book Co., N. Y. 560 p.

Eicker, A. 1993. Mushrooms: a source of protein for Africa? African J. Myc. Biotech. 1(1): 12-23.

Elliott, T. J. 1985a. The general biology of the mushroom, pp. 9-22. In: P. B. Flegg, D. M. Spencer, and D. A. Wood (eds.). The biology and technology of the cultivated mushroom. John Wiley & Sons, Cichester, UK.

Elliott, T. J. 1985b. Spawn-making and spwns, pp. 131-139. In: P. B. Flegg, D. M. Spencer, and D. A. Wood (eds.). The biology and technology of the cultivated mushroom. John Wiley & Sons, Cichester, UK.

Ellison, J. H. 1986. Asparagus breeding, pp. 521-569. In: M. J. Bassett. (ed.). Breeding vegetable crops. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut.

Ernst, M. And H. Krug. 1998. Seasonal growth and development of asparagus (*Asparagus officinalis* L.). III. The effect of temperature and water stress on carbohydrate content in storage roots and rhizome buds. Gartenbauwissenschaft 63(5): 202-208.

Estela Castillo, B. 1996. The use of sugarcane bagasse for the production of edible mushrooms (*Pleurotus ostreatus*). Sugar J. 59(7) 16, 25-26, 14, 21, 23, 25. c. a. Hort. Abstr. 67(7): 6063; 1997.

Evans, T. A. and W. G. Pill. 1989. Emergence and seedling growth from osmotically primed or pregerminated seeds of asparagus (*Asparagus officinalis* L.). J. Hort. Sci. 64(3): 275-282.

Falloon, P. G. and H. A. Fraser-Kevern. 1996. Effect of thiabendazole (Tecto 20S) and metalaxyl (Ridomil MZ 72) on asparagus establishment in replant soil. Acta Horticulturae No. 415: 289-295.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO production yearbook. FAO. Rome, Italy.

Faville, M. J., W. A. Silverster, and T. G. A. Green. 1999. Partioning of ^{13}C-lbael in mature asparagus (*Asparagus officinalis* L.) plants. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 27(1): 53-61.

Fermor, T. R., P. E. Randle, and J. F. Smith. 1985. Compost as a substrate and its preparation, pp. 81-109. In: P. B. Flegg, D. M. Spencer, and D. A. Wood (eds.). The biology and technology of the cultivated mushroom. John Wiley & Sons, Cichester, UK.

Flegg, P. B. 1985. Crop productivity, pp. 179-193. In: P. B. Flegg, D. M. Spencer, and D. A. Wood (eds.). The biology and technology of the cultivated mushroom. John Wiley & Sons, Cicbester, UK.

Flegg, P. B. and D. A. Wood. 1985. Growth and fruting, pp. 141-177. In: P. B. Flegg, D. M. Spencer, and D. A. Wood (eds.). The biology and technology of the cultivated mushroom. John Wiley & Sons, Cichester, UK.

Flegg, P. B., D. M. Spencer, and D. A. Wood (eds.). 1985. The biology and technology of the cultivated mushroom. John Wiley & Sons, Chicbester, UK. 347 p.

Francois, L. E. 1987. Salinity effects on asparagus yield and vegetative growth. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(3): 432-436.

Gandy, D. G. 1985. Bacterial and fungal diseases, pp. 261-277. In: P. B. Flegg, D. M. Spencer, and D. A. Wood (eds.). The biology and technology of the cultivated mushroom. John Wiley & Sons, Cichester, UK.

George, R. A. T. 1985. Vegetable seed production. (2nd ed.). CABI Pub., Wallingford, UK. 328 p.

George, J. B. and C. B. Browne. 1994. Changes in quality of fresh cassava tubers during storage. Tropical Science 34(2): 161-165.

Gonzalez-Fandos, E., M. Gimenez, C. Olarte, S. Sanz, and A. Simon. 2000.

Effect of packaging conditions on the growth of micro-organisms and the quality characteristics of fresh mushrooms (*Agaricus bisporus*) stored at inadequate temperatures. Journal of Applied Microbiology 89(4): 624-632.

Gubler, W. D., A. H. McCain, H. D. Ohr, A. D. Paulus, and B. Teviotdle. 1986. California plant disease handbook and study guide for agricultural pest control advisors. Univ. Calif., Div. Agric. Natural Resources. Pub. No. 4046. 157 p.

Hall, R. H. 1968. Fruit & vegetable facts & pointers: sweet corn. United fresh Fruit and Vegetable Association. Alexandria, Virginia. 22 p.

Han, J. R. 1999. The influence of photosynthetic bacteria treatments and the crop yield, dry matter content, and protein content of mushroom *Agaricus bisporus*. Scientia Horticulturae 82(1/2): 171-178.

Hartman, S. C., R. B. Beelman, and S. Simons. 2000. Calcium and selenium enrichment during cultivation improves the quality and shelf life of *Agaricus* mushrooms, pp. 499-505. In: L. J. L. D. van Griensven (ed.). Science and cultivation of edible fungi. Proceedings of the 15th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi. A. A. Balkema, Rotterdam, Netherlands.

Hartz, T. K. and J. Caprile. 1995. Germination of sh2 sweet corn following seed disinfestation, solid-matrix priming, and microbial seed treatment. HortScience 30(7): 1400-1402.

Hawthorn, L. R. and L. H. Pollard. 1954. Vegetable and flower seed production. The Blakiston Co., Inc., N. Y. 626 p.

Heckman, J. R., R. Samulis, and P. Nitzsche. 2002. Sweet corn crop nitrogen status evaluation by stalk testing. HortScience 37(5): 783-786.

Hedrick, U. P. (ed.). 1919. Sturtevant's notes on edible plants. J. B. Lyon Co., Albany, N. Y. 686 p.

Hernández Rivera, L., R. Mullen, and M. Cantwell. 1992. Textural changes of asparagus in relation to delays in cooling and storage conditions. HortTechnology 2(3): 378-381.

Heyes, J. A., V. M. Burton, and L. A. de vré. 1998. Cellular physiology of textural changes in harvested asparagus. Acta Horticulturae No. 464: 455-460.

Howeler, R. H. 1996. Diagnosis of nutritional disorders and soil fertility management of cassava, pp. 181-193. In: G. T. Kurup, M. S. Palaniswami, V. P. Potty, G. Padmaja, S. Kabeerathumma, and S. V. Pillai. (eds.). Tropical tuber crops: problems, prospects and future strategies. Science Publishers, Inc., Lebanon, USA.

Hughes, A. R., M. A. Nicholas, and D. J. Wooley. 1990. Tbe effect of temperature on the growth of asparagus seedlings. Acta Horticulturae No. 271: 451-456.

Hurst, P. L., V. Cheer, B. K. Sinclair, and D. E. Irving. 1997. Biochemical responses of asparagus to controlled atmosphere storage at 20 C. Journal of Food Biochemistry 20(6): 463-472.

Hurst, P. L., G. Boulton, and R. E. Lill. 1998. Towards a freshness test for asparagus: spear tip asparagine content is strongly related to post-harvest accumulated heat-units. Food Chemistry 61(3): 381-384.

Iglesias, C., C. Hershey, F. Calle, and A. Bolanos. 1994. Propagating cassava (*Manihot esculenta*) by sexual seed. Experimental Agriculture 30(3): 283-290.

Ilby, M. E. and A. Gunes. 1996. The effect of 20:20:20 fertilizer on the yield and crude protein content of *Agaricus bisporus*. (In Turkish with English summary). Turkisb J. Bot. 20(3): 279-283. c. a. Hort. Abst. 66(7): 6065; 1996.

Itoh, K., L. T. Li, and J. I. Himoto. 1994. Studies on preservation of vegetables (Part 1). Preservation of green asparagus. (In Japanese with English summary). Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery 56(3): 51-56. c. a. Hort. Abstr. 65(4): 3076; 3076.

Jennings, D. L. 1976. Cassava, pp. 81-84. In: N. W. Simmonds (ed.). Evolution of crop plants. Longman, London.

Jolivet, S., A. Voiland, G. Pellon, and N. Aprin. 1995. Main factors involved in the browning of *Agaricus bisporus*, pp. 695-702. In: T. J. Elliott (ed.). Mushroom science XIV, Volume 2. Proceedings of the 14th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fnngi. A. A. Balkema, Rotterdam, Netherlands.

Jolivet, S., N. Arpin, H. J. Wichers, and G. Pellon. 1998. *Agaricus bisporus* browning: a review. Mycological Research 102(12): 1459-1483.

Jones, H. A. and J. T. Rosa. 1928. Truck crop plants. McGraw-Hill Book Co., Inc., N. Y. 538 p.

Kailuweit, H. D. and H. Krug. 1995. Warmth promotes the length and greater soil resistance the thickness of asparagus spears. (In German with English summary). Gartenbaumagazin No. 3: 45-46. c. a. Hort. Abstr. 66(4): 3224; 1996.

Kaukis, K. and D. W. Davis. 1986. Sweet corn breeding. pp. 475-519. In: M. J. Bassett. (ed.). Breeding vegetable crops. Avi Pub. Co., Inc., Westport, connecticut.

Kaul, T. N. 1997. Introduction to mushroom science. Science Publishers, Inc., Enfield, New Hampshire, U. S. A. 198 p.

Kay, D. E. 1973. Root crops. The Tropical Products Institute, London. 245 p.

Kelly, J. F. and Y. Bai. 1999. Pre-senescence removal of asparagus (*Asparagus officinalis* L.) fern. Acta Horticulturae No. 479: 427-430.

Kelly, J. F., H. C. Price, J. Bakker, and N. L. Myers. 1999. Plant spacing effects on yield and size of asparagus. Acta Horticulturae No. 479: 415-419.

Kesta, S. and Y. Piyasaengthong. 1994. Effect of chlorinated water on postharvest decay of asparagus. Acta Horticulturae No. 369: 63-68.

Klingman, G. C. and F. M. Ashton. 1975. Weed science: principles and practices. John Wiley & Sons, N. Y. 431 p.

Krieger, L. C. C. 1967. The mushroom handbook. Dover Pub., Inc., N. Y. 560 p.

Krug, H. 1996. Seasonal growth and development of asparagus (*Asparagus efficinalis* L.). I. Temperature experiments in controlled environments. Gartenbauwissenschaft 61(1): 18-25. c. a. Hort. Abstr 66(6): 5066; 1996.

Kukura, J. L., R. B. Beelman, M. Peiffer, and R. Walsh. 1998. Calcium chloride added to irrigation water of mushroom (*Agaricus bisporus*) reduces postharvest browning. J. Food Sci. 63(3): 454-457.

Kumar, S., T. R. Sharma, S. Kumar, and A. K. Goswami. 1991. Comparison of protein in six strains of *Agaricus bisporus*. Plant

Physiology & Biochemistry (New Delhi) 18(2): 71-74. c. a. Hort. Abstr. 64(1): 470; 1994.

Kusukawa, M. and H. Iwamura. 1995. N-(3,4-Methylenedioxyphenyl) carbamates as potent flower-inducing compounds in *Asparagus* seedlings as well as probes for binding to cytochrome P-450. Zeitschrift fur Naturforschung. Section C., Biosciences 50(5/6): 373-379. c. a. Hort. Abstr. 65(11): 9784; 1995.

Lallu, N., C. W. Yearsley, and H. J. Elgar. 2000. Effects of cooling treatments and physical damage on tip rot nnd postharvest quality of asparagus spears. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 28(1): 27-36.

Lazarte, J. and S. A. Garrison. 1980. Sex modification in *Asparagus officinalis* L. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105: 691-694.

Lee, S. S., S. H. Yun, and J. H. Kim. 1999. Sugars, soluble solids, and flavor of sweet, super sweet, and waxy corns during grain filling. Korean Journal of Crop Science 44(3): 267-272. c. a. Hort. Abstr. 70(6): 5080; 2000.

Leeuwen, J. vau, H. Peppelenhos, W. van Uden, N. Pras, and H. J. Wichers. 1998. The role of protease in the discolouration of mushrooms (*Agaricus bisporus*) stored under modified atmospheres. Recent Research Developments in Phytochemistry 2(2): 455-462.

Liao, M. T., M. A. Nichols, and K. J. Fisher. 1999. Effects of soil type and depth on spear yield and quality of asparagus (*Asparagus officinalis* L.). New Zealand Journal of Horticultural Science 27(1): 43-46.

Lill, R. E. and V. K. Corrigan. 1996. Asparagus responds to controlled atmospheres in warm conditions. International Journal of Food Science & Technology 31(2): 117-121.

Lill, R. E., B. Tomkins, and G. J. van der Mespel. 1994. Asparagus: variation amongst plants in susceptibility to the postharvest disorder, tip breakdown. New Zealand Journal of crop and Horticultural Science 22(1): 87-90.

Lill, R. E., W. M. Borst, and D. E. Irving. 1996. Tiprot in asparagus: effect of temperature during spear growth. Postharvest Biology and Technology 8(1): 37-43.

Lindgren, D. T. 1990. Influence of planting depth and interval to initial harvest on yield and plant response of asparagus. HortScience 25(7): 754-756.

Lipton, W. J. 1990. Postharvest biology of fresh asparagus. Horticultural Reviews 12: 69-155.

Loon, P. C. C. van, H. A. T. I. Swinkels, and L. J. L. D. van Griensven. 2000. Dry matter content in mushrooms (*Agaricus bisporus*) as an indicator for mushroom quality, pp. 507-513. In: L. J. L. D. van Griensven (ed.). Science and cultivation of edible fungi. Proceedings of the 15th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi. A. A. Balkema, Rotterdam, Netherlands.

Lorenz, O. A. and D. N. Maynard. 1980. Knott's handbook for vegetable growers. Wiley-Interscience, N. Y. 390 p.

Lougheed, E. C. 1987. Interactions of oxygen, carbon dioxide, temperature, and ethylene that may induce injuries in vegetables. HortScience 22(5): 791-794.

MacNab, A. A., A. F. Sherf, and J. K. Springer. 1983. Identifing diseases of vegetables. The Pennsylvania State University, University Park. 62 p.

Maduakor, H. O. 1993. Effect of soil compaction on leaf, stem and fibrous root growth of cassava (*Manihot esculenta*, Crantz). Soil & Tillage Research 26(1): 69-78.

Mage, Y. 1999. Saponin stimulates fruiting of the edible basidiomycete *Pleurotus ostreatus*. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry 63(10): 1840-1842.

Mahotiere, S., C. Johnson, and P. Howard. 1989. Influence of dikegulac sprays on shoot emergence and growth of asparagus. HortScience 24: 468-469.

Mahotiere, S., C. Johnson, and P. Howard. 1993. Stimulating asparagus seedling shoot production with benzyladenine. HortScience 28(3): 229.

Makus, D. J. 1994. Mineral nutrient composition of green and white asparagus spears. HortScience 29(12): 1468-1469.

Makus, D. J. 1995. Response in green and white asparagus to supplemental nitrogen and harvest date. HortScience 30(1): 55-58.

Makus, D. J., J. A. Anderson, and T. L. Springer. 1994. Freeze avoidance in green and white asparagus spears. Scientia Horticulturae 59(1): 1-9.

Manning, K. 1985. Food value and chemical composition, pp. 221-230. In: P. B. Flegg, D. M. Spencer, and D. A. Wood (eds.). The biology and technology of the cultivated mushroom. John Wiley & Sons, Chichester, UK.

Martinez-Soto, G., O. Paredes-López, R. Ocana-Camacho, and M. Bautista-Justo. 1998. Oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) quality as affected by modified atmosphere packaging. Mycologia Neotropical Aplicada 11: 53-67. c. a. Hort. Abstr. 69(8): 7040; 1999.

Mathre, D. E., R. H. Johnston, N. W. Callan, S. K. Mohan, J. M. Martin, and J. B. Miller. 1995. Combined biological and chemical seed treatments for control of two seedling diseases of sh2 sweet corn. Plant Dis. 79: 1145-1148.

Matsubara, Y. and T. Harada. 1996a. Effect of arbuscular mycorrhizal fungus infection on growth and mineral nutrient content of *Asparagus officinalis* L. seedlings. (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 65(2): 303-309. c. a. Hort. Abstr. 66(12): 10512; 1996.

Matsubara, Y. and T. Harada. 1996b. Effect of constant and diurnally fluctuating temperatures on arbuscular mycorrhizal fungus infection and the growth of infected asparagus (*Asparagus officinalis* L.) seedlings. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 65(3): 565-570. c. a. Hort. Abstr. 67(4): 3116; 1997.

Matsubara, Y. and T. Harada. 1997. Enhancement of asparagus seedling growth through arbuscular mycorrhizal fungus inoculation. Acta Hort. No. 440: 223-226.

Matsubara, Y., Y. Kayukawa, and H. Fukui. 2000. Temperature-strss tolerance of asparagus seedlings through symbiosis with arbuscular mycorrhizal fungus. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 69(5): 570-575.

Matsubara, Y., N. Ohba, and H. Fukui. 2001. Effect of arbussular mycorrhizal fungus infection on the incidence of fusarium root rot in asparagus seedlings. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 70(2): 202-206.

Mau, J. L. and S. J. Hwang. 1999. Volatile flavor compounds of mushroom mycelium. Food Sci. Agric. Chem. 1(2): 148-153.

Mau, J. L., R. B. Beelman, and G. R. Ziegler. 1992. 1-Octen-3-ol in the cultivated mushroom, *Agaricus bisporus*. J. Food Sci. 57(3): 704-706.

Mau, J. L., R. B. Beelman, and G. R. Ziegler. 1992. Effect of 10-oxo-trans-8-decenoic acid on growth of *Agaricus bisporus*. Phytochemistry 31(12): 4059-4064.

Mau, J. L., R. B. Beelman, and G. R. Ziegler. 1993. Factors affecting 1-octen-3-ol in mushrooms at harvest and during post-harvest storage. J. Food Sci. 58(2): 331-334.

McCormick, S. J. and D. L. Thomsen. 1990. Management of spear number, size, quality and yield in green asparagus through crown depth and population. Acta Horticulturae No. 271: 151-157.

McMahon, J. M., W. L. B. White, and R. T. Sayre. 1995. Cyanogenesis in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Journal of Experimental Botany 46(288): 731-741.

Mencarelli, F., R. Massantini, and R. Botondi. 1997. Physiological and textural response of truffles during low-temperature storage. J. Hort. Sci. 72(3): 407-414.

Milkus, M. B. and R. B. Beelman. 1996. $CaCl_2$ treated irrigation water applied to mushroom crops (*Agaricus bisporus*) increases Ca concentration and improves postharvest quality and shelf life. Mycologia 88(3): 403-409.

Miller, F. C. and M. Spear. 1995. Very large scale commercial trial of biological control for mushroom blotch disease, pp. 635-642. In: T. J. Elliott (ed.). Mushroom science XIV, Volume 2. Proceedings of the 14th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi. A. A. Balkema, Rotterdam, Netherlands.

Miller, N., J. B. Gillespie, and O. P. E. Doyle. 1995. The involvement of microbiological components of peat based casing materials in fructification of *Agaricus bisporus*, pp. 313-321. In: T. J. Elliott (ed.). Mushroom science XIV, Volume 1. Proceedings of the 14th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi. A. A. Balkema, Rotterdam, Netherlands.

Minges, P. A. (ed.). 1972. Descriptive list of vegetable varieties. Amer. Seed Trade Assoc., Washington, D. C. 194 p.

Moreno-Rojas, R., M. A. Amaro-Lopez, and G. Zurera-Cosano. 1992. Mineral elements distribution in fresh asparagus. Journal of Food Composition and Analysis 5(2) 168-171.

Mullen, R. J. and T. C. Viss. 1996. Control of asparagus rust in the Sacramento-San Joaquin Delta Region of California. Acta Horticulturae No. 415: 297-300.

Nassar, A. H. and P. C. Crandall. 1987. Tunnel grower's handbook for Egypt. Plant Production Company, Giza, Egypt. 78 p.

Nelson, A. I. and M. P. Steinberg. 1970. Sweet corn, pp. 314-349. In: G. E. Inglett. (ed.). Corn: culture, processing, products. The Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut.

Nichols, R. 1985. Post-barvest physiology and storage, pp. 195-210. In: P. B. Flegg, D. M. Spencer, and D. A. Wood (eds.). The biology and technology of the cultivated mushroom. John Wiley & Sons, Cichester, UK.

Noble, R. and R. H. Gaze. 1995. Properties of casing peat types and additives and their influence on mushroom yield and quality, pp. 305-312. In: T. J. Elliott (ed.). Mushroom science XIV, Volume 1. Proceedings of the 14th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi. A. A. Balkema, Rotterdam, Netherlands.

Norman, M. J. T., C. J. Pearson, and P. G. E. Searle. 1995. Tropical food crops in their environment. (2nd ed.). Cambridge University Press, Cambridge. 430 p.

Nussinovitch, A. 1994. Extending the shelf life of mushrooms by hydrocolloid coating. (in Hebrew with English summary). Hassadeh 74(10): 94, 1131-1132. c. a. Hort. Abstr. 65(2): 1368; 1995.

Nussinovitch, A. and N. Kampf. 1993. Shelf-life extension and conserved texture of alginate-coated mushrooms (*Agaricus bisporus*). Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie 26(5): 469-475. c. a. Hort. Abstr. 65(3): 2237; 1995.

OECD, Organization for Economic Cooperation and Development, Paris. 1970-1977. International standardisation of fruit and vegetables. 5 vols.

O'Hair, S. K. 1990. Tropical root and tuber crops. Hort. Rev. 12: 157-196.

Okamoto, H., M. Sato, and M. Isaka. 1999. Bacterial soft rot of winter mushroom and oyster mushroom caused by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. Ann. Phytopath. Soc. Japan 65(4): 640-664. c. a. Hort. Abstr. 79(4): 2974; 2000.

Ombrello, T. M. and S. A. Garrison. 1987. Endogenous gibberellins and cytokinins in spear tips of *Asparagus sofficinalis* in relation to sex expression. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(3): 539-544.

Ozaki, Y., T. Kurahashi, T. Tashiro, and H. Okubo. 1999. Carbamate-induced flowering in asparagus (*Asparagus officinalis* L.) seedlings: optimization of treatment and cultivar variation in flowering response and pollen germination. Euphytica 110: 77-83.

Pacumbaba, R. P. and R. O. Pacumbaba, Jr. 1999. Shiitake mushroom growth on the formulated culture media, production of spawn and basidiocarps in the laboratory. HortTechnology 9(1): 85-90.

Pahil, V. S., J. F. Smith, and T. J. Elliott. 1993. Effect of elevated temperature and carbon dioxide concentration of the mushroom growing environment on agronomic characteristics of tropical *Agaricus bitorquis* isolates. Mushroom Res. 2(2): 59-64.

Pan, B., Y. M. Bai, S. Leibovitch, and D. L. Smith. 1999. Plant-growth-promoting rhizobacteria and kinetin as ways to promote corn growth and yield in a short-growing-season area. European Journal of Agronomy 11(3/4): 179-186.

Pani, B. K., S. N. Panda, and S. R. Das. 1998. Bioconversion of sugarcane crop wastes into food by oyster mushroom, *Pleurotus sajor-caju*. Crop Research (Hisar). 15(2/3): 297-299. c. a. Hort. Abstr. 69(8): 7042; 1999.

Papadopoulou, P. P., A. S. Siomos, and C. C. Dogras. 2001. Metabolism of etiolated and green asparagus before and after harvest. J. Hort. Sci. Biotch. 76(4): 497-500.

Parera, C. A. and D. J. Cantliffe. 1991. Improved germination and modified imbibition of shrunken-2 sweet corn by seed disinfection and solid matrix priming. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(6): 942-945.

Parera, C. A. and D. J. Cantliffe. 1992. Enhanced emergence and seedling vigor in shrunken-2 sweet corn via seed disinfection and solid matrix priming. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117(3): 400-403.

Parera, C. A. and D. J. Cantliffe. 1994. Presowing seed treatments to enhance supersweet sweet corn seed and seedling quality. HortScience 29(4): 277-278.

Pasternak, D., M. Sagih, Y. DeMalach, and Y. Keren. 1995. Irrigation with brackish water under desert conditions. XI. Salt tolerance in sweet-corn cultivars. Agric. Water Manag. 28(4): 325-334.

Paull, R. E. and N. J. Chen. 1999. Heat treatment prevents postharvest geotropic curvature of asparagus spears (*Asparagus officinalis* L.). Postharvest Biology and Technology 16(1): 37-41.

Pellet, D. and M. A. El-Sharkawy. 1993. Cassava varietal response to phosphorus fertilization. II. Phosphorus uptake and use efficiency. Field Crops Research 35(1): 13-20.

Pereira, J. F., D. S. Seigler, and W. E. Splittstoeser. 1981. Cyanogensis in sweet and bitter cultivars of cassava. HortScience 16: 776-777.

Perkins-Veazie, P., J. K. Collins, and T. G. McCollum. 1993 Comparison of asparagus cultivars during storage. HortTechnology 3(3): 330-331.

Piringer, A. A. 1962. Photoperiodic response of vegetable plants, pp. 173-185. In: Campell Soup Company: Proceedings of plant science symposium. Camden, N. J.

Poll, J. T. K. 1996. Effect of air and soil temperature on the splitting of white asparagus spears. Asparagus Research Newsletter 13(1/2): 26-29.

Poll, J. T. K. 1996. The effect of temperature on growth and fibrousness of green asparagus. Acta Hort. No. 415: 183-187.

Poppe, J. A. and M. Hofte. 1995. Twenty wastes for twenty cultivated mushrooms, pp. 171-179. In: T. J. Elliott (ed.). Mushroom science XIV, Volume 1. Proceedings of the 14th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi. A. A. Balkema, Rotterdam, Netherlands.

Pressman, E., A. A. Schaffer, D. Compton, and E. Zamski. 1993. Seasonal changes in the carbohydrate content of two cultivars of asparagus. Scientia Horticulturae. 53(1-2): 149-155.

Purseglove, J. W. 1972. Tropical crops: monocotyledons. The English Language Book Society, London. 607 p.

Purseglove, J. W. 1974. Tropical crops: dicotyledons. The English Language Book Society, London. 719 p.

Rácz, L. 1998. Effect of manganese after addition to the substrate for mushroom (*Agaricus bisporus*) cultivation. (In German). Champignon No. 403: 142-144. c. a. Hort. Abstr. 68(11): 9701; 1998.

Raffaillac, J. P. 1992. Rooting of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) cuttings during the first weeks of growth. (In French with English summary). Agronomie Tropicale 46(4): 273-281. c. a. Field Crop Abstracts 47(11): 7369; 1994.

Ragab, M. I., Kh. A. Okasha, R. M. Helal, and N. A. Mohamed. 1996. Behaviour of some asparagus cultivars with special reference to yield and quality, pp. 57-68. Fourth Arabic Conference for Horticultural Crops. Part 1. Vegetable Crops. Faculty of Agriculture, Minia University, Egypt.

Rambelli, A. and U. G. Menini. 1983. Manual on musbroom cultivation. FAO Plant Production and Protection Paper 43. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 65 p.

Rangel, J. I., H. Leal, S. Palacios, S. Sánchez., and R. Ramirez. 1996. Utilization of rice hulls as casing material for mushroom (*Agaricus*) production. Micologia Neotropical Aplicada 9: 29-41. c. a. Hort. Abstr. 68(3): 2378; 1998.

Rapior, S., S. Breheret, T. Talou, and J. M. Bessiere. 1997. Volatile flavor constituents of fresh *Marsmius alliaceus* (garlic *Marasmius*). J. Agric. Food Chem. 45(3): 820-825.

Ravi, V. 1994. Effect of relative humidity on periderm formation and vascular streaking in injured cassava tubers. Journal of Root Crops 20(2): 80-88.

Reed, J. N., S. Crook, and W. He. 1995. Harvesting mushrooms by robot, pp. 385-391. In: T. J. Elliott (ed.). Mushroom science XIV, Volume 1. Proceedings of the 14th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi. A. A. Balkema, Rotterdam, Netherlands.

Reese, C. D., V. A. Fritz, and F. L. Peleger. 1998. Impact of pressure infusion of sh-2 sweet corn seed with *Pseudomonas aureofaciens* on seedling emergence. HortScience 33(1): 24-27.

Reid, T. C., M. K. Hausbeck, and K. Kizilkaya. 2002. Use of fungicides and biological controls in the suppression of fusarium crown and root rot of asparagus under greenhouse and growth chamber conditions. Plant Dis. 86: 493-498.

Reiners, S. and S. A. Garrison. 1999. The effect of soil moisture on the motherstalk method of asparagus production. HortTechnology 9(1): 45-47.

Risse, L. A. and R. E. McDonald. 1990. Quality of supersweet corn film-wrapped in trays. HortScience 25(3): 322-324.

Rodov, V., A. Copel, N. Aharoni, Y. Aharoni, A. Wiseblum, B. Horev, and Y. Vinokur. 2000. Nested modified atmosphere packages maintain quality of trimmed sweet corn during cold storage and the shelf life period. Postharvest Biology and Technology 18: 259-266.

Rogers, D. J. 1974. Cassava (*Manihot esculenta*), pp. 26-29. In: J. Leon (ed.). Handbook of plant introduction in tropical crops. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Ruan, R. R., P. L. Chen, and S. Almaer. 1999. Nondestructive analysis of sweet corn maturity using NMR. HortScience 34(2): 319-321.

Rubatzky, V. E. and M. Yamaguchi. 1999. World vegetables: principles production, and nutritive values. (2nd ed.). Aspen Pub., Inc., Gaithersburg, Maryland, USA. 843 p.

Sabota, C., C. Beyl, and J. A. Biedermann. 1987. Acceleration of sweet corn germination at low temperatures with terra-sorb or water presoaks. HortScience 22: 431-434.

Sahoo, S. C. and M. M. Panda. 2001. Effect of phosphorus and detasseling on yield of babycorn (*Zea mays*). Indian J. Agric. Sci. 71(1): 21-22.

Saito, M., D. R. Rai, and R. Masuda. 2000. Effect of modified atmosphere packaging on glutathione and ascorbic content of asparagus spears. Journal of Food Processing and Preservation 24(3): 243-251.

Saka, J. D. K., A. R. K. Mhone, J. Mkambira, L. Brimer, M. Bokanga, N. M. Mahungu, L. Chiwona-Karltun, and H. Rosling. 1998. Correlation between cyanogenic glucoside content and taste of fresh cassava roots. Tropical Agriculture 75(1/2): 169-173.

Saltveit, M. E., Jr. 1988. Postharvest glyphosate application reduces toughening, fiber content, and lignification of stored asparagus spears. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113(4): 569-572.

Saltveit, M. E. 1997. A summary of CA and MA requirements and recommendations for harvested vegetables. CA '97 Proceedings, Vol. 4, pp. 98-117. Postharvest Horticulture Series No. 18, University of California, Davis.

Salunkhe, D. K. and B. B. Desai. 1984. Postharvest biotechnology of vegetable crops. Vol. II. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 194 p.

Salunkhe, D. K. and S. S. Kadam. (eds.). 1998. Handbook of vegetable science and technology. Marcel Dekker, Inc., N. Y. 721 p.

San Antonio, J. P. 1975. Commercial and small scale cultivation of the mushroom, *Agaricus bisporus* (Lange) Sing. HortScience 10: 451-458.

Sanders, D. C., J. D. Cure, W. J. Sperry, J. C. Gilsanz, C. A. Prince, and O. Bandele. 1998. Long-term effects of rows per bed and in-row spacing on yield and spear size of asparagus. HortScience 33(4): 652-654.

Sargent, S. A, T. B. S. Correa, and A. G. Soares. 1995. Application of postharvest coatings to fresh cassava roots (*Manihot esculenta* Cranz) for reduction of vascular streaking, pp. 331-336. In: Harvest and postharvest technologies for fresh fruits and vegetables. Amer. Soc. Agric. Eng., St Joseph, USA.

Seaby, D. A. 1996. Investigation of the epidemiology of green mould of mushroom (*Agaricus bisporus*). Plant Pathology 45(5): 913-923.

Seaby, D. 1999. The influence on yield of mushrooms (*Agaricus bisporus*) of the casing layer pore space volume and ease of water uptake. Compost Science & Utilization 7(4): 56-65.

Scheepmaker, J. W. A., F. P. Geels, P. H. Smits, and L. J. L. D. van Griensven. 1998a. Influence of *Steinernema feltiae* and diflubenzuron on yield and economics of the cultivated mushroom *Agaricus bisporus* in Dutch mushroom culture. Biocontrol Science and Technology 8(2): 269-275.

Scheepmaker, J. W. A., F. P. Geels, A. J. Rutjens, P. H. Smits, and L. J. L. D. van Griensven. 1998b. Comparison of the efficacy of

entomopathogenic nematodes for biological control of the mushroom pests *Lycoriella auripila* (Sciaridae) and *Megaselia halterata* (Phoridae). Biocontrol Science and Technology 8(2): 277-288.

Sharma, H. S. S., M. Kilpatric, F. Ward, G. Lyons, and L. Burns. 1999. Colonization of phase II compost by biotypes of *Trichoderma harzianum* and their effect on mushroom yield and quality. Applied Microbiology and Biotechnology 51(5): 572-578.

Sharma, H. S. S., A. Furlan, and G. Lyons. 1999. Comparative assessment of chelated spent mushroom substrates as casing material for the production of *Agaricus bisporus*. Applied Microbiology and Biotechnology 52(3): 366-372.

Shelton, D. R. and M. L. Lacy. 1980. Effect of harvest duration on yield and on depletion of storage carbohydrates in asparagus roots. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105: 332-335.

Simón, A. and A. Gurria. 1998. Influence of irrigation treatments and flush number on postharvest mushroom (*Agaricus bisporus*) quality. (In Spanish with English summary). ITEA Produción Vegetal 94(1): 21-31. c.a. Hort. Abstr. 69(2): 1502; 1999.

Simons, S. S. and R. B. Beelman. 1995. Influence of calcium chloride added to irrigation water on crop yield and quality attributes of fresh mushrooms, pp. 733-740. In: T. J. Elliott (ed.). Mushroom science XIV, Volume 1. Proceedings of the 14th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi. A. A. Balkema, Rotterdam, Netherlands.

Sims, W. L. and F. D. Howard. 1979. Growing mushrooms. Univ. Calif., Div. Agric. Sci. Leaflet no. 2640, 8 p.

Sims, W. L., F. Takatori, H. Johnson, Jr., and B. Benson. 1976. Direct seeding of asparagus. Univ. Calif, Div. Agric. Sci., Leaflet no. 2776. 14 p.

Sims, W. L., R. K. Kasmire, and O. A. Lorenz. 1978. Quality sweet corn production in california. Univ. Calif., Div. Agric. Sci., Leaflet no. 2818. 20 p.

Singer, R. 1961. Mushrooms and truffles. Interscience Pub., Inc., N. Y. 272 p.

Sinton, S. M. and D. R. Wilson. 1999. Comparative performance of male and female plants during the annual growth cycle of a dioecious asparagus cultivar. Acta Horticulturae No. 479: 347-353.

Siomos, A. S., E. Sfakiotakis, and C. Dogras. 1994. Effect of temperature and light on the texture of stored white asparagus spears. Acta Hort. No. 368: 167-176.

Siomos, A. S., E. M. Sfakiotakis, and C. C. Dogras. 2000. Modified atmosphere packaging of white asparagus spears. Scientia Horticulturae 84(1/2): 1-13.

Siomos, A. S., C. C. Dogras, and E. M. Sfakiotakis. 2001. Color development in harvested white asparagus spears in relation to carbon dioxide and oxygen concentration. Postharvest Biology and Technology 23: 209-214.

Sosa-Coronel, J., G. Vest, and R. C. Herner. 1976. Distribution of fiber content in asparagus cultivars. HortScience 11: 149-151.

Sreekumari, M. T., J. S. Jos, and S. G. Nair. 1999. 'Sree Harsha': a superior triploid hybrid cassava. Euphytica 106: 1-6.

Sriroth, K., K. Piyachomkwan, V. Santisopasri, and C. G. Oates. 2001. Environmental conditions during root development: drought constraint on casava starch quality. Euphytica 120: 95-101.

Stijve, T. and A. A. R. de Meijer. 1999. Hydrocyanic acid in mushrooms, with special reference to wild-growing and cultivated edible species. Deutsche Lebensmittel-Rundschau 95(9): 366-373. c. a. Hort. Abstr. 70(4): 3321; 2000.

Stone, P. J., D. R. Wilson, J. B. Reid, and R. N. Gillespie. 2001a. Water deficit effects on sweet corn. I. Water use, radiation use efficiency, growth, and yield. Australian Journal of Agricultural Research 52(1): 103-113.

Stone, P. J., D. R. Wilson, P. D. Jamieson, and R. N. Gillespie 2001b. Water deficit effects on sweet corn. II. Canopy development. Australian Journal of Agricultural Research 52(1): 115-126.

Straatsma, G., T. W. Olijnsma, L. J. L. D. van Griensven, and H. J. M. op den Camp. 1995. Growth promotion of *Agaricus bisporus* mycelium by

Scytalidium thermophilum and CO_2, pp. 289-291. In: T. J. Elliott (ed.). Mushroom science XIV, Volume 1. Proceedings of the 14th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi. A. A. Balkema, Rotterdam, Netherlands.

Strombom, D. B. 1994. Production of white asparagus under opaque double-row hoop houses. Asparagus Research Newsleter 11(12): 5-8.

Suman, B. C. and C. L. Jandaik. 1991. Preservation of culture of *Agaricus bisporus* (Lange) Sing. in liquid nitrogen and its effect on yield and characters of fruiting bodies. Indian J. Myc. Plant Patb. 21(1): 34-37.

Swiader, J. M. and W. H. Shoemaker. 1998. In-furrow starter fertilization enhances growth and maturity in early sweet corn. HortScience 33(6): 1007-1010.

Takatori, F. H., F. D. Souther, J. I. Stillman, and B. Benson. 1977. Asparagus production in California. Univ. Calif., Div. Agric. Sci., Bnl. 1882. 23 p.

Takatori, F. H., F. D. Souther, W. L. Sims, and B. Benson. 1980. Establishing the commercial asparagus plantation. Univ. Calif., Div. Agric. Sci., Leaflet 21165. 19 p.

Tano, K., J. Arul, G. Doyon, and F. Castaigne. 1999. Atmospheric composition and quality of fresh mushrooms in modified atmosphere packages as affected by storage temperature abuse. J. Food Sci. 64(6): 1073-1077.

Tapley, W. T., W. D. Enzie, and G. P. van Eseltine. 1934. Vegetables of New York: Sweet corn. New York State Agric. Exp. Sta., Geneva. 111 p.

Thompson, H. C. and W. C. Kelly. 1957. Vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N. Y. 611 p.

Tigchelaar, E. C. (ed.). 1980. New vegetable varieties list XXI. HortScinence 15: 565-578.

Tigchelaar, E. C. (ed.). 1986. New vegetable varieties list 22. HortScience 21: 195-212.

Tracy, W. F. and W. C. Galinat. 1987. Thickness and cell layer number of the pericarp of sweet corn and some of its relatives. HortScience 22: 645-647.

Trigos, A., D. Bouyssounade, M. Sobal. and P. Morales. 1996. Ergosterol content in *Pleurotus sajor-caju* cultivated in different organic substrates. Micologia Neotropical Aplicada 9: 125-127. c. a. Hort. Abstr. 68(3): 2389; 1998.

Trigos, A., D. Martinez-Carrera, R. Hernandez, and M. Sobal. 1997. Ergosterol content in fruit bodies of *Pleurotus* is variable. Micologia Neotropical Aplicada 10: 93-96. c. a. Hort. Abstr. 68(8): 6835; 1998.

Tsenq, Y. H. and J. L. Mau. 1999. Contents of sugars, free amino acids and free 5'-nucleotides in mushrooms, *Agaricus bisporus*, during post-harvest storage. J. Sci. Food Agric. 79(11): 1519-1523.

Uesugi, T., M. Koshioka, T. Nishijima, and H. Yamazaki. 1995. Stimulation of asparagus spear sprouting with benzyladenine. Acta Horticulturae No. 394: 241-249.

Ulrich, D., E. Hoberg, and D. Standhardt. 1999. Investigation of *Asparagus officinalis* L. flavor by sensory methods and gas chromatography, pp. 332-334. In: M. Hagg, R. Ahvenainen, A. M. Evers, and K. Tiilikkala (eds.). Argi-Food Quality II: quality management of fruits and vegetables – from field to table. Royal Society of Chemistry, Cambridge.

University of California. 1984. Insect identification handbook. U. C., Division of Agricultural and Natural Resources. Leaflet No. 4099.

Uno, Y., M. Kanechi, N. Inagaki, M. Sugimoto, and S. Maekawa. 1996. The evaluation of salt tolerance during germination and vegetative growth of asparagus, table beet and sea aster. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 65(3): 579-585. c. a. Hort. Abstr. 67(4): 2979; 1997.

Vedie, R. 1995. Perforated plastic film covarage of the casing soil to improve fructification and crop management, pp. 347-352. In: T. J. Elliott (ed.). Mushroom science XIV, Volume 1. Proceedings of the 14th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi. A. A. Balkema, Rotterdam, Netherlands.

Vetter, J. 1993. Chemical composition of eight edible fungi. (In German with English summary). Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung 196(3): 224-227. c. a. Hort. Abstr. 65(7): 6106; 1995.

Ware, G. W. and J. P. McCollum. 1980. Producing vegetable crops. The Interstate Printers & Publishers, Inc., Danville, Illinois. 607 p.

Warfield, C. Y. and R. M. Davis. 1996. Importance of the husk covering on the susceptibility of corn hybrids to Fusarium ear rot. Plant Disease 80: 208-210.

Watt, B. K. and A. L. Merrill et al. 1963. Composition of foods. U. S. Dept. Agric., Agric. Handbook No. 8. 190 p.

Weaver, J. E. and W. E. Bruner. 1927. Root development of vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N. Y. 351 p.

Webner, T. C. (ed.). 1999. Vegetable cultivar descriptions for North America: List 24. HortScience 34(5): 763-806.

Wehner, T. C. (ed.). 1999. Vegetable cultivar descriptions for North America. HortScience 34(6): 957-1012.

Wehner, T. C. 2002. Vegetable cultivar descriptions for North America: List 26. HortScience 37(1): 15-78.

Weier, T. E., C. R. Stocking, and M. G. Barbour. 1974. Botany: an introduction to plant biology (5th ed.). John Wiley & Sons, N. N. 693 p.

White, P. F. 1985. Pests and pesticides, pp. 279-293. In: P. B. Flegg, D. M. Spencer, and D. A. Wood (eds.). The biology and technology of the cultivated mushroom. John Wiley & Sons, Cichester, UK.

White, P. F. 2000. The effect of covering compost with paper on yield of the cultivated mushroom *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach. J. Hort. Sc. Biotech. 75(6): 667-671.

Wilcox-Lee, D. 1987. Soil materic potential, plant water relations, and growth in asparagus. HortScience 22: 22-24.

Wilcox-Lee, D. and D. T. Drost. 1991. Tillage reduces yield and crown, fern, and bud growth in a mature asparagus planting. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(6): 937-941.

Wilson, D. R., S. M. Sinton, and C. E. Wright. 1999. Influence of time of spear harvest on root system resources during the annual growth cycle of asparagus. Acta Horticulturae No. 479: 313-319.

Wolfe, D. W., F. Azanza, and J. A. Juvik. 1997. Sweet corn, pp. 461-478. In: H. C. Wien. (ed.). The physiology of vegetable crops. CAB International, Wallingford, UK.

Wolyn, D. J. 1993. Estimates of marketable yield in asparagus using fern vigor index and a minimum number of daily harvest records. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118(5): 558-561.

Wolyn, D. J. 1996. Supermales in the asparagus field. Agrifood Research in Ontario 19(1): 12-15. c. a. Plant Breed. Abstr. 67(7): 7303; 1997.

Wong, A. D., J. A. Juvik, D. C. Breeden, and J. M. Swiader. 1994. Shrunken2 sweet corn yield and the chemical components of quality. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 199(4): 747-755.

Wong, A. D., J. M. Swiader, and J. A. Juvik. 1995. Nitrogen and sulfur fertilization influences aromatic flavor components in Shrunken2 sweet corn kernels. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(5): 771-777.

Wong, A. D., J. M. Swiader, and B. P. Klein. 1995. Relationship of nitrogen-sulfur fertilization and hybrid to sensory characteristics of shrunken 2 sweet corn kernels. Journal of Food Quality 18(5): 355-367.

Woolley, D. J., S. Sudjatmiko, Y. F. Yen, K. J. Fisher, and M. A. Nichols. 1996. Carbon dioxide exchange characteristics and relative growth rates of two asparagus cultivars in relation to temperature. Acta Horticulturae No. 415: 201-207.

Wooley, D. H., A. R. Hughes, and M. A. Nichols. 1999. Carbohyrate storage and re-mobilization in asparagus: studies using dry weight changes, C-14 and high pressure liquid chromatography. Acta Hort. No. 479: 305-311.

Yang, H. J. 1977. Tissue culture technique developed for asparaqus propagation. HortScience 12: 140-141.

Yen, Y. F., M. A. Nichols, and D. J. Woolley. 1996. Growth of asparagus spears and ferns at high temperatures. Acta Horticulturae No. 415: 163-174.

Yeoh, H. H. and V. D. Truong. 1996. Protein contents, amino acid compositions and nitrogen-to-protein conversion factors for cassava roots. J. Sci. Food Agric. 70(1): 51-54.

Zhen, F. Q., R. C. Yang, and R. X. Liu. 1995. Effects of different C/N ratios in compost on nutrient transformation and yield and quality of *Agaricus bisporus*. Acta Agriculturae Shanghai 11(1): 33-38. c. a. Hort. Abstr. 67(6): 5080; 1997.

Zheng, Y. H. and Y. F. Xi. 1994. Preliminary study on colour fixation and controlled atmosphere storage of fresh mushrooms. (In Chinese with English summary). J. Zhejiang Agric. Univ. 20(2): 165-168. c. a. Hort. Abstr. 66(7): 6062; 1996.

Zheng, X. M., B. Y. Zhou, Y. Y. Wang, B. J. Li, and Y. F. Xie. 1994. Physiological changes of postharvest asparagus spear. Acta Agriculturae Zhejiangensis 6(3): 188-191.







شكل (١-١): مهاميز الأسبرجس، وهى الجزء النباتى الذى يزرع لأجله المحصول.



شكل (١-٥): صنف الأسبرجس (المهاميز خضراء)
.Viking KB3



شكل (٦-١): صنف الأسبرجس لاراك Larac (المهاميز بيضاء).



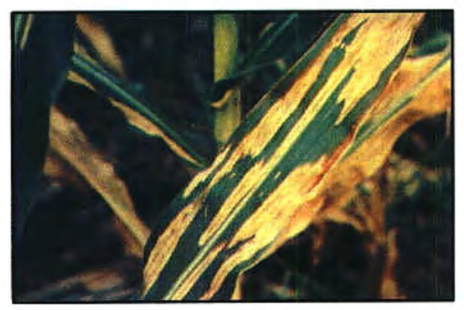
شكل (٥-١): أعراض الإصابة بالصدأ فى الأسبرجس.



شكل (٥-٦): صنف الذرة السكرية تروفى Trophy.



شكل (١٠-١): أعراض الإصابة بالبياض الزغبى فى الذرة السكرية (عن MacNab وآخرين ١٩٨٣)



شكل (١٠-٢): أعراض الإصابة بلفحة الذرة الشمالية في الذرة السكرية.



شكل (١٠-٣): أعراض الإصابة بالصدأ الجنوبى فى الذرة السكرية.



شكل (١٠-٤): أعراض الإصابة بالصدأ الجنوبى فى الذرة السكرية مكبرة وعن قرب.



شكل (١٠-٥): أعراض الإصابة بفيرس تقزم واصفرار الذرة فى الذرة السكرية.



شكل (١٠-٦): أعراض الإصابة بفيرس تقزم وموزايك الذرة فى الذرة السكرية.



شكل (١٠-٧): أعراض الإصابة بالقمة المجنونة crazy top فى الذرة السكرية.



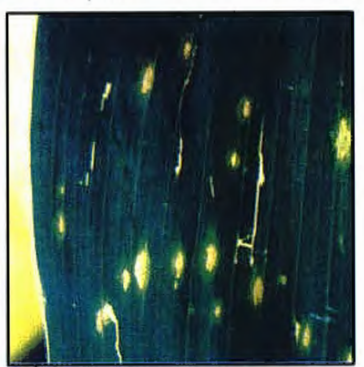
شكل (١٠-٨): أعراض الإصابة بالتفحم فى كوز الذرة السكرية.



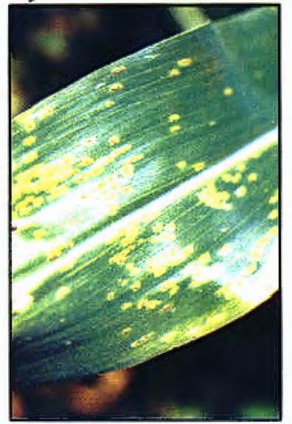
شكل (١٠-٩): أعراض الإصابة بالتفحم على نبات الذرة السكرية.



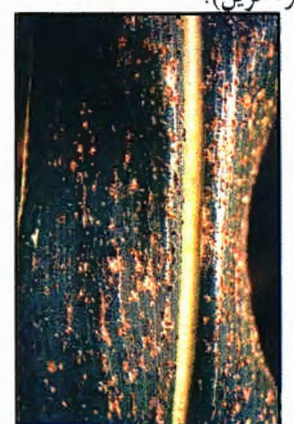
شكل (١٠-١٠): أعراض الإصابة بلفحة هلمنثوسبوريم (لفحة الأوراق) على الذرة لسكرية.



شكل (١٠-١١): أعراض الإصابة بلفحة هلمنثوسبوريم (لفحة أوراق الذرة الجنوبية) على الذرة السكرية (عن MacNab وآخرين).



شكل (١٠-١٢): أعراض الإصابة بالصدأ العادى (جراثيم حمراء) فى الذرة السكرية.



شكل (١٠-١٣): أعراض الإصابة بالصدأ العادى (جراثيم حمراء وسوداء) فى الذرة السكرية.



شكل (١٠-١٤): أعراض الإصابة بالذبول البكتيرى على أوراق الذرة السكرية.



شكل (١٠-١٥): أعراض الإصابة بالذبول البكتيرى فى القطاع العرضى لساق الذرة السكرية.



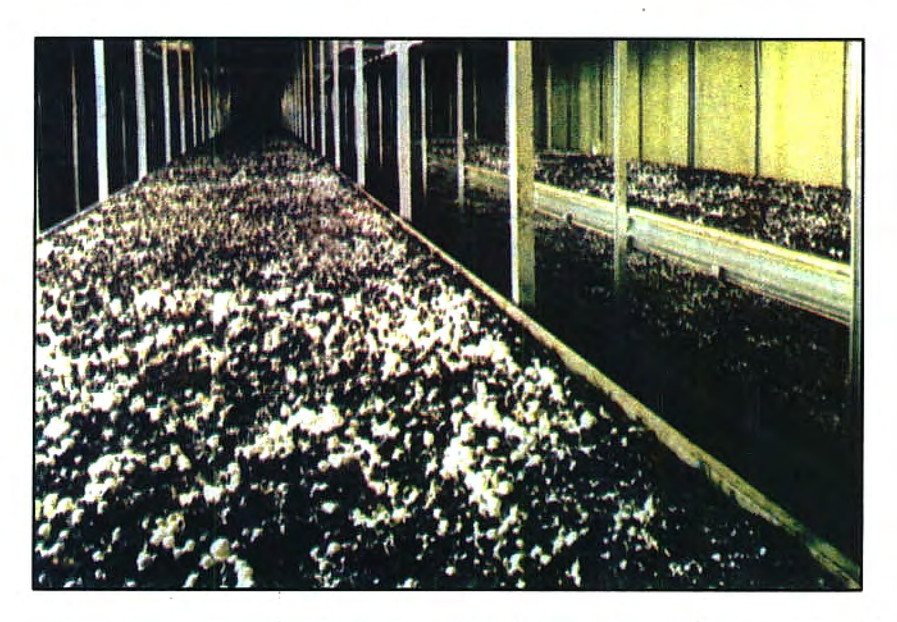
شكل (١٠-١٦): أعراض الإصابة بفيرس تخطيط الذرة فى الذرة السكرية.



شكل (١٠-١٧): دودة كيزان الذرة فى الذرة السكرية (عن .Univ. Calif 1984).



شكل (١١-١): صنف البيبى كورن مينور Minor.



شكل (١٤-١): منظر لأحد بيوت زراعة عيش الغراب، يظهر فيها الفطر وهو فى مرحلة النمو الثمرى.